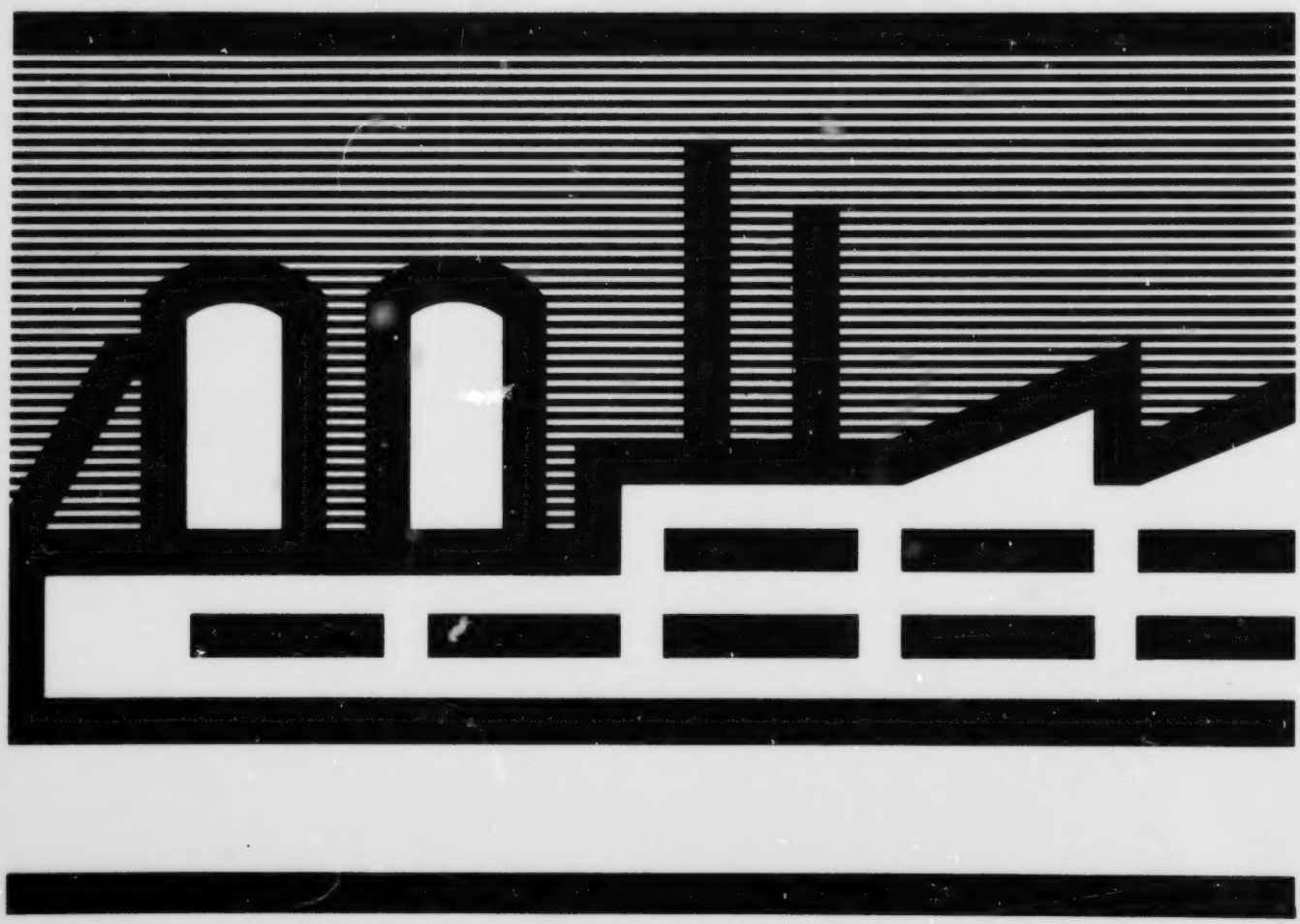
Approvisionnements et Services Canada

Rapport d'Etudes

Projet Pilote du Système Expert Appliqué au Contrôle de Procédé

mars 88

CONTRACT SERIAL NUMBER 69137-01-SQ
DSS REQUISITION NUMBER 23440-6-9137
CONTRACTOR: COSIGMA INC.



Lavalin

RAPPORT D'ETUDES

Réalisé par Ivan Farner et Louis Lapointe M.ing.
sous l'autorité scientifique de Daniel Laguitton (D.Sc)
du centre canadien de la technologie
des minéraux et de l'énergie (CANMET)

PROJET PILOTE D'UN SYSTEME EXPERT

APPLIQUE AU CONTROLE DE PROCEDE

MARS 1988

111 pp

MICROMEDIA

6-9137

TABLE DES MATIERES

RAPPORT D'ETUDES

1) ECHEANCIER DES ACTIVITES DU PROJET

2) LES INTERVENANTS

3) BUT INITIAL DU PROJET

4) RECHERCHE DE L'USINE AYANT LES CRITERES APPROPRIES POUR LE DEVELOPPEMENT

5) REALISATION

6) CONCLUSION

ANNEXES

A) INGENIERIE DE CONNAISSANCES
RECUEUIL D'EXPERTISE
VALIDATION D'EXPERTISE

B) PROTOTYPE DU SYSTEME EXPERT REALISE

1. BANQUE DE CONNAISSANCES "PERFORMANCE GLOBALE"

1.1 Objectifs visés
1.2 Etat actuel
1.3 Origine de l'expertise
1.4 Structure
1.5 Buts poursuivis par le système expert
1.6 Tâches réalisées lors d'une consultation

2. BANQUE DE CONNAISSANCES "OPERATION LIXIVIATION"

2.1 Objectifs visés
2.2 Etat actuel
2.3 Origine de l'expertise

3. DEVELOPPEMENT FUTUR

4 CONCLUSION

C) DOCUMENT DU SUPPORT INFORMATIQUE DU PROTOTYPE

1. INTRODUCTION

2. DESCRIPTION GLOBALE DE L'APPLICATION REALISEE

2.1 Technologie retenue
2.2 Logiciels utilisés

3. COMPOSANTS MAJEURS

3.1 Système expert
3.1.1 Squelette et moteur d'inférence
3.1.2 Banque de connaissances

3.2 Programmes de gestion de banques de données

3.3 Rapports sur chiffriers électroniques

3.4 Architecture des fichiers et des logiciels
3.4.1 Interaction dans l'environnement système expert
3.4.2 Interaction dans l'environnement banque de données
3.4.3 Interaction dans l'environnement rapports

4. GESTION DES BANQUES DE DONNEES

4.1 Banque de données CEZDAT

4.2 Programme CEZDATA
4.2.1 Les variables
4.2.2 Les rapports
4.2.3 Transfert des valeurs vers le système expert

4.3 Programme CEZMAJ

D) CONSULTATION

1. RAPPORTS REALISES SUR CHIFFRIERS ELECTRONIQUES

1.1 Chiffrier AUTO123.WK1
1.2 Chiffrier de rapports

2. DEROULEMENT D'UNE CONSULTATION

2.1 Aides durant la consultation

2.2 Validation des données

2.3 Obtention d'une valeur pour un paramètre

E) PROCEDE

1) ECHEANCIER DES ACTIVITES DU PROJET

7 novembre 1986	Réunion du début du projet et de mise en place des comités de travail (acquisition de connaissances, informatique, etc.) aux bureaux de Lavalin à Montréal.
13 novembre 1986	Réunion d'acquisition de connaissances à l'usine de CEZ à Valleyfield.
22 décembre 1986	Présentation de CEZ, visite de l'hydrométallurgie à l'usine de CEZ à Valleyfield.
9 au 16 février 1987	Consultation chez Texas Instruments.
31 mars 1987	Symposium de CANMET sur les systèmes experts.
Juillet 1987	Prototype du système expert livré chez CEZ à Valleyfield pour évaluation de l'expertise.
7 août 1987	Annonce du projet de modernisation par CEZ.
9 octobre 1987	Réunion de coordination concernant la nouvelle approche à donner au système expert suite au projet de modernisation.
Octobre 1987	Validation du prototype par le directeur de l'hydrométallurgie, ingénieurs métallurgistes, contremaître et opérateur.
6 novembre 1987	Réunion de fin de projet chez CEZ.
29 mars 1988	Présentation du rapport d'études à Ottawa.

2) BUT INITIAL DU PROJET

Le but initial du projet était d'employer un système expert appliqué au contrôle de procédé. Et par le fait même développer au Canada une expertise dans ce domaine.

3) RECHERCHE DE L'USINE AYANT LES CRITERES APPROPRIES POUR LE DEVELOPPEMENT

Obtenir les connaissances et l'expertise d'opération est une tâche courante dans l'ingénierie lors d'une modernisation ou d'un agrandissement d'usine. Le système expert permet de conserver, modéliser et formaliser les données ainsi recueillies.

En 1985, Lavalin réalisait de nombreuses études et projets de supervision d'informatique industrielle. Deux de ces études pouvaient avoir un bon potentiel pour l'application d'un système expert:

- L'aluminerie de Bécancour (ABI), pour le transfert de technologie;

- Zinc Electrolytique du Canada (CEZ) pour l'aide à l'opération.

CEZ fut le candidat choisi. Il fut décidé que le système expert serait intégré au projet prévu d'automatisation de l'hydrométallurgie et qu'il serait branché à l'informatique du contrôle de procédé pour rafraichir constamment la banque de connaissances du système expert.

Cosigma, le groupe d'automatisation de LAVALIN, avait déjà étudié le fonctionnement de certains logiciels disponibles sur le marché, et réalisé un prototype d'aide au dépannage d'un automate programmable de marque "Merlin-Gérin".

4) LES INTERVENANTS

Les intervenants du projet pilote du système expert appliqué au contrôle de procédé sont:

ZINC ELECTROLYTIQUE DU CANADA, filiale du groupe NORANDA. CEZ a produit en 1987, 230 000 tonnes métriques de zinc et 430 000 tonnes métriques d'acide sulphurique et a employé plus de 750 personnes.

CANMET, organisme ayant pour rôle fondamental de mettre en évidence l'importance des minéraux et de l'énergie dans l'économie canadienne par l'intermédiaire d'activités de recherche et de développement portant sur l'industrie minière, le traitement des minéraux, l'utilisation des métaux, des minéraux industriels et des combustibles.

Depuis 1907, les chercheurs du Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) étudient et mettent au point des méthodes de plus en plus sûres et efficaces d'extraction, de traitement et d'utilisation des ressources énergétiques et minérales canadiennes. Ce faisant, le CANMET réalise ses trois principaux objectifs:

- fournir des données au ministre pour l'élaboration de politiques en matière de ressources non renouvelables;

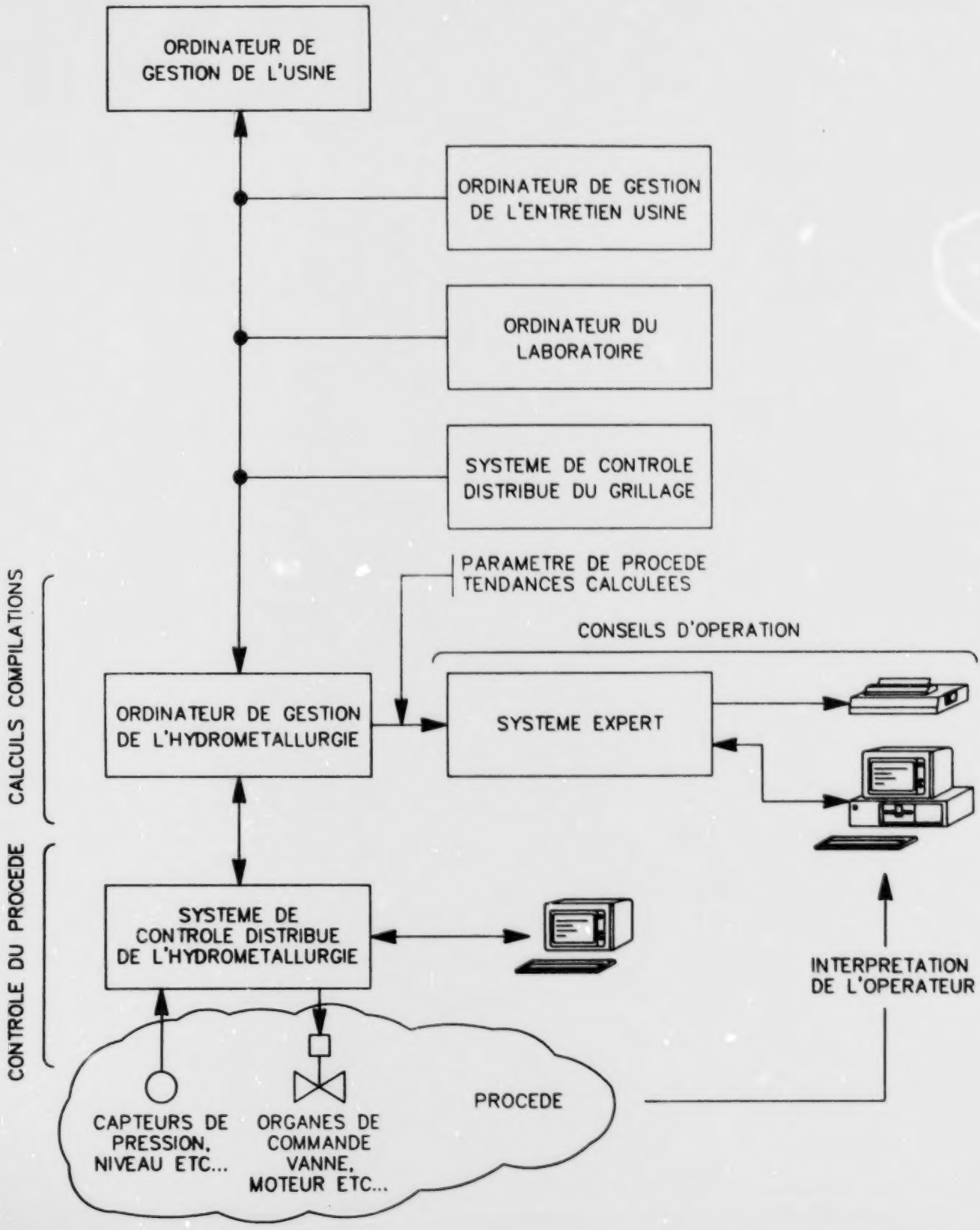
- servir les objectifs sociaux du gouvernement en matière de santé, de sécurité et d'environnement;

- aider l'industrie dans ses travaux de R-D afin d'améliorer sa performance économique et sa productivité.

LAVALIN, firme internationale oeuvrant dans le champ d'activités études-ingénierie-construction. Les effectifs du groupe au 31 décembre 1986 se situaient à 7 000 employés.

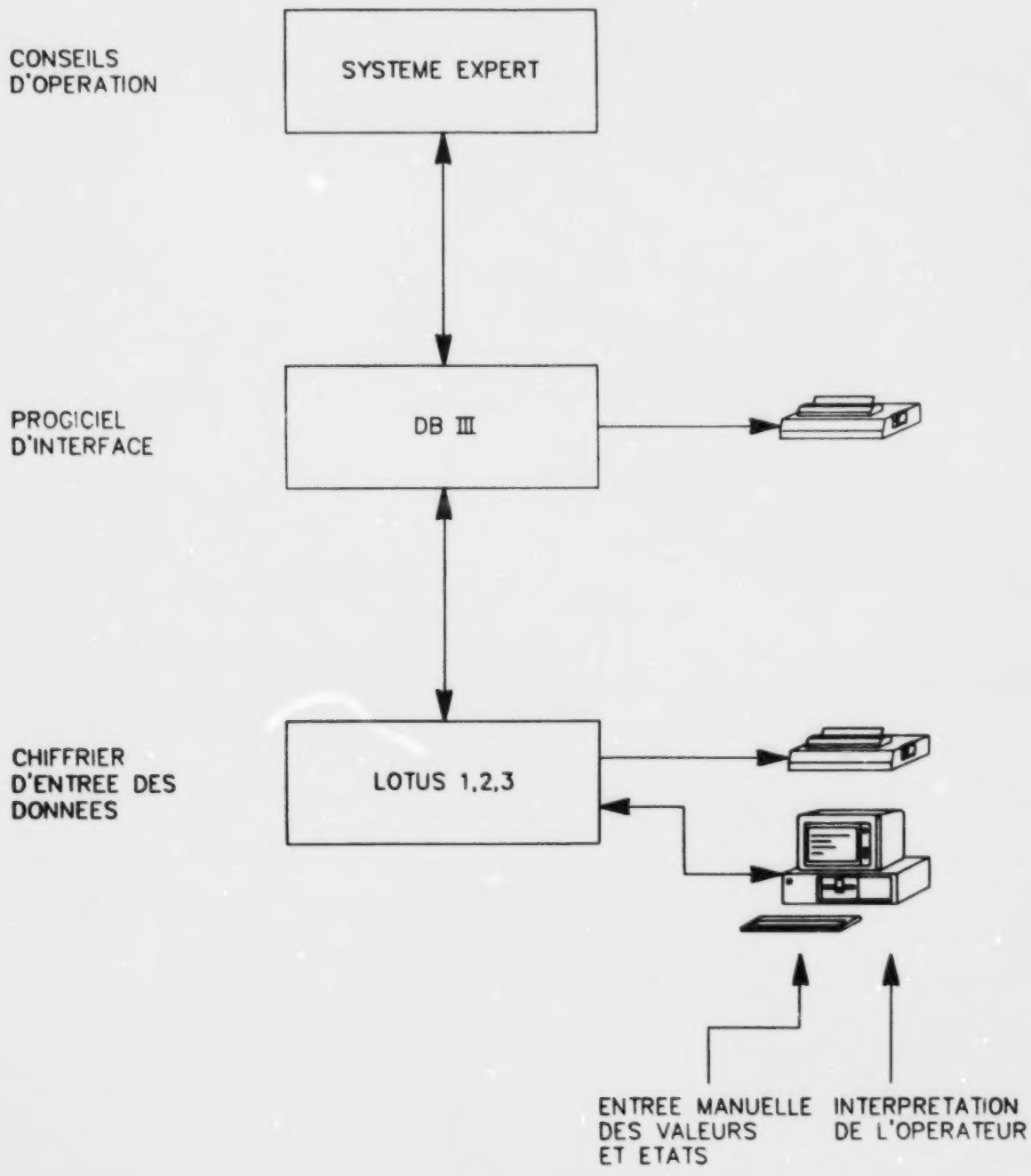
SYSTEME EXPERT

RESEAU DE COMMUNICATION ET D'ENTREE DES DONNEES INITIALEMENT PREVU



SYSTEME EXPERT

ENTREE DES DONNEES REALISEE DU FAIT QUE L'IMPLANTATION DU SYSTEME DISTRIBUE N'A PAS ETE REALISE DANS L'ECHEANCIER DU PROJET DE SYSTEME EXPERT.



5) REALISATION

La réalisation du système expert débuta par la mise en place de l'équipe des intervenants en novembre 1986, répartis selon les comités suivants:

- gestion de projet
- acquisition de connaissances
- équipement informatique et progiciel
- ergonomie

Différents scénarios furent élaborés quant à l'approche du développement et de l'extraction d'expertise.

Plusieurs progiciels furent évalués au niveau de l'implication financière autant qu'au niveau de l'utilisation, soit

- INSIGH II
- ESP ADVISER
- OPS83
- FLOPS
- PICON
- PC PLUS

Nous avons également évalué la vitesse d'exécution ou l'implication financière des ordinateurs suivants:

- IBM-XT
- IBM-AT
- OGIVAR 80386
- COMPAQ 386

Après évaluation de ces ordinateurs et progiciels, il fut décidé d'utiliser le progiciel PC PLUS de Texas Instruments avec un ordinateur COMPAQ 386.

Une consultation chez Texas Instrumemts en février 1987 nous a permis d'utiliser le progiciel PC PLUS avec efficacité.

L'ingénierie de la connaissance débuta par des recherches permettant la compréhension du procédé, de la structure hiérarchique de l'unité de production et des méthodes d'exploitation. Ces connaissances menèrent à la réalisation d'une maquette, qui fut présentée au symposium sur les systèmes experts appliqués à l'industrie des minéraux à Ottawa en mars 1987.

Après discussion avec les exploitants, il fut décidé de faire deux systèmes d'expertise. Le premier système d'aide à l'opérateur, évalue les paramètres de production de l'hydrométallurgie et donne des conseils en fonction de ceux-ci.

Le deuxième système permet à l'opérateur et au personnel de direction d'avoir une idée globale de l'état du procédé.

Le projet de modernisation de l'hydrométallurgie n'ayant pas été approuvé, la mise à jour automatique des données n'était plus possible, il fut alors décidé d'employer le chiffrier Lotus 1-2-3 avec entrée des données manuelle.

Après analyse de la situation, il fut conjointement décidé d'effectuer une entrée de données manuelles. Une présentation identique aux feuilles de rapport de production fut réalisée sur le chiffrier. De cette façon, l'objectif d'une mise à jour continuelle d'entrée des données fut atteint. Et ceci sans accroître la tâche de l'opérateur.

Le système expert fut analysé au point de vue fonctionnel avec son chiffrier d'entrée des données. La banque de connaissances fut vérifiée par l'expert. Après cette assurance de bon fonctionnement, le système expert, installé dans un micro-ordinateur IBM-PC AT compatible, fut livré à CEZ en juillet 1987, pour validation et ajout d'expertise.

Début août 1987, la décision de moderniser l'hydrométallurgie fut prise. Il s'en est suivi une période de réflexion sur l'avenir du projet ainsi que sur les implications techniques de cette décision.

Après étude des alternatives, il fut décidé de cesser d'augmenter le développement d'expertise pour la raison suivante:

- A notre avis l'expertise développée devait résider dans le système distribué pour les règles utilisant des calculs purement arithmétiques et continuer à résider dans le système expert pour les autres. De plus, l'ajout d'un système distribué permet de modifier les stratégies de contrôles classiques et augmenter la précision des contrôles. Ceci ne peut qu'influer sur les conseils d'opération et possiblement sur les règles du système expert.

En conclusion, la mise au point du système expert, la validation d'expertise et l'éventuelle ajout de connaissances ne pourra avoir lieu qu'une fois le système distribué opérationnel et l'opération de celui-ci optimisée.

Il fut également décidé de mener à terme l'évaluation du prototype livré à CEZ en lui faisant subir une validation d'expertise.

Le prototype a été installé sur ordinateur à l'usine de CEZ et le personnel suivant a été utilisé pour l'étape de validation:

- Le Directeur de l'hydrométallurgie
- Les ingénieurs métallurgistes
- Contremaître
- Opérateur

Les commentaires principaux retenus de cette expérience sont les suivants:

Réaction de la direction:

1. Réaction favorable et surprise quant aux détails et à la pertinence des messages émis par le système.

2. Réaction favorable quant à l'exactitude du raisonnement.

3. Les connaissances couvertes par le test de validation sont très limitées.

Réaction des ingénieurs de procédé:

1. Accord avec les réactions de la direction.

2. Qualité appréciée des messages en français

3. L'interface avec l'utilisateur devrait être plus élaborée et diversifiée.

Réaction du contremaître et de l'opérateur:

1. Réception enthousiaste, souhait de déploiement rapide.

2. Réceptivité tendant à favoriser le système expert par rapport à un système de commandes automatiques conventionnel.

3. Tentatives infructueuses de déjouer le système en entrant des valeurs irréalistes.

Autres commentaires:

Lorsque l'on a expliqué aux opérateurs que l'on aurait besoin de leurs connaissances pour améliorer le système, ils ont fait part de leur disponibilité à développer un outil perçu comme un aide mémoire.

L'entrée des données par l'intermédiaire d'un formulaire électronique est jugée lourde et fastidieuse.

Le niveau de complexité du test était insuffisant pour donner lieu à des contreverses techniques que le système aurait arbitrées.

6) CONCLUSION

Nous pouvons conclure que la réalisation de ce projet a répondu aux objectifs car les buts initiaux du projet ont été atteints et même dépassés et ce, en deça des coûts estimés du projet. De plus, ce projet a permis d'atteindre les objectifs suivants:

- la démonstration de la possibilité de développer un système expert appliqué au contrôle de procédés;

- L'expertise de système expert chez Lavalin compagnie Pancanadienne a été développée. Avant de commencer le projet, le système expert possédait une auréole de produit miracle capable, entre autre, de synthétiser la pensée humaine.

  La réalisation du projet pilote nous a permis de constater que c'est un outil très valable pour certaines tâches telles que l'aide à l'opération, comme manuel d'instruction électronique, etc. Toutefois, le problème principal de développement reste le recueuil de la connaissance. Celle-ci ne doit en fin de compte, être la connaissance de tout le monde, mais celle du ou des experts.

Une fois cette connaissance receuillie, un pas important est réalisé car elle est de ce fait diffusée indépendemment du fait qu'elle fasse ou non partie ultérieurement d'un système expert.

- une méthodologie de recherche et de formalisation de la connaissance a été acquise (voir annexe A.)

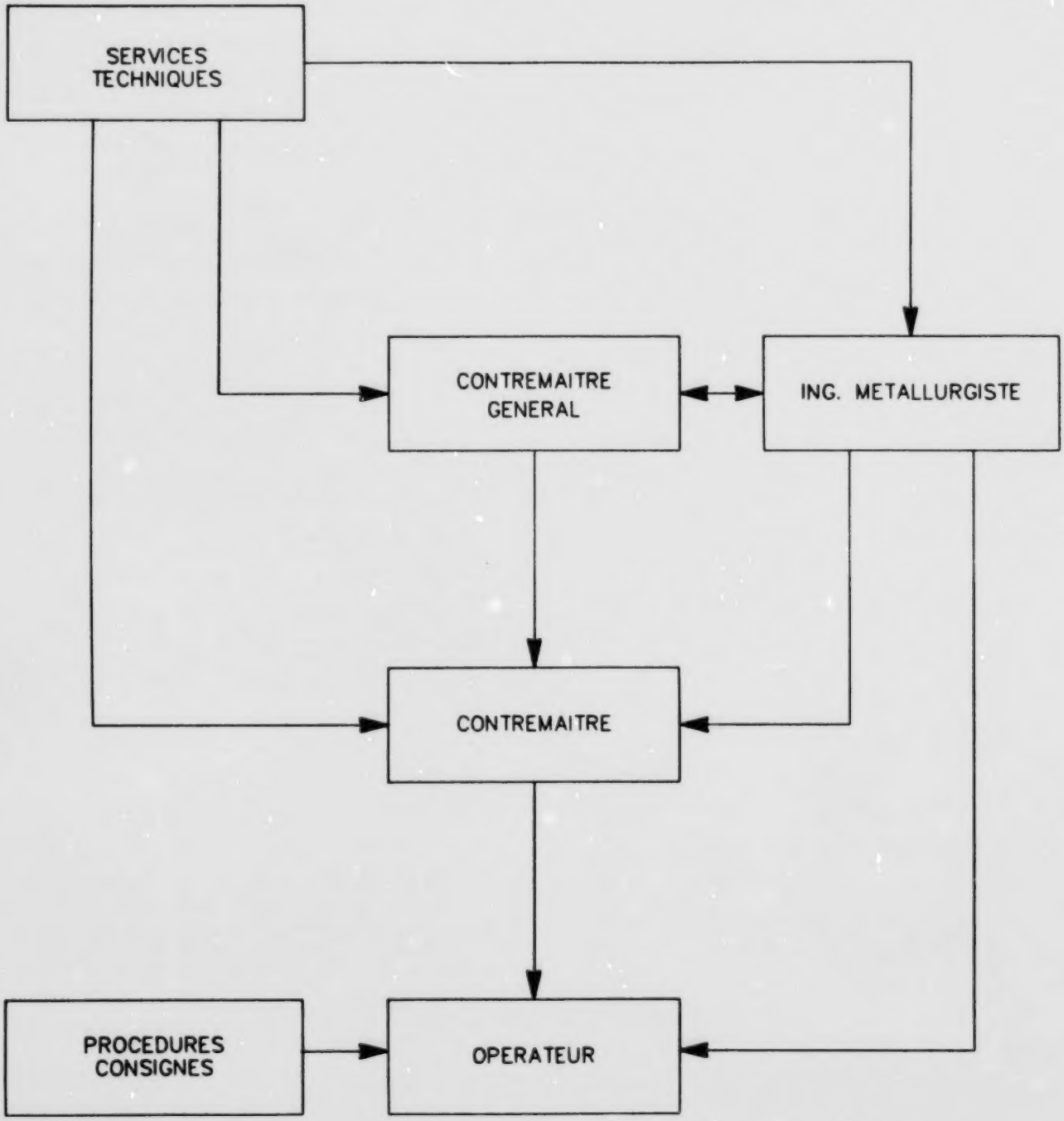
- la possibilité de développer un système expert à l'aide d'un progiciel simple et peu coûteux avec un micro-ordinateur a été démontrée (le coût du progiciel est inférieur à $5,000.00 et celui du micro-ordinateur inférieur à $10,000.00). Le progiciel utilisé s'interface avec DBASEIII ce qui permet diverses interfaces et utilisations.

- des règles fondamentales de réalisation ont été tirées tant des choses à faire qu'à éviter. Les principales sont de s'assurer d'avoir un expert disponible. Celui-ci doit donc être assigné à temps plein au projet pendant les phases de développement et de validation de l'expertise. Le comité de validation doit également être disponible pendant la phase de validation.

- la réalisation de ce Système Expert a contribué à la démystification de cette nouvelle technologie en l'adaptant à un milieu industriel.

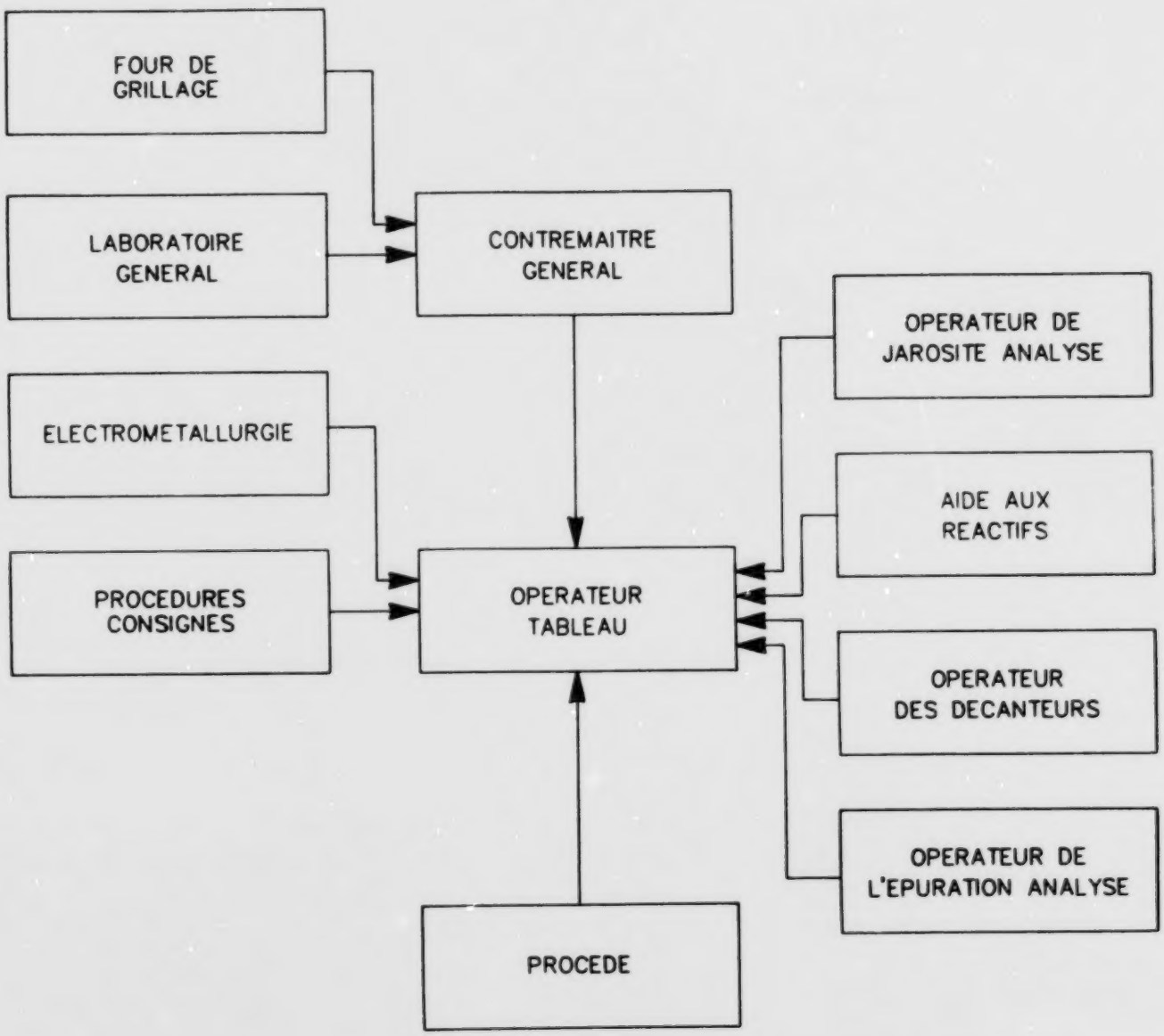
ANNEXE A

FLUX D'EXPERTISE



ANNEXE A

DIAGRAMME DE DONNEES PARVENANT A L'OPERATEUR DU TABLEAU DE LA LIXIVATION



ANNEXE A

INGENIERIE DE CONNAISSANCES

Recueil d'expertise

La définition d'ingénierie de connaissances dans ce rapport concerne l'extraction des connaissances des expert ainsi que sa formalisation sous forme de règles.

Nous avons abordé l'ingénierie de connaissances en cherchant dans les livres et revues en notre possession les conseils et méthodes suggérés. N'ayant pas trouvé les méthodes et conseils pertinents à notre projet, nous avons procédé de la façon suivante:

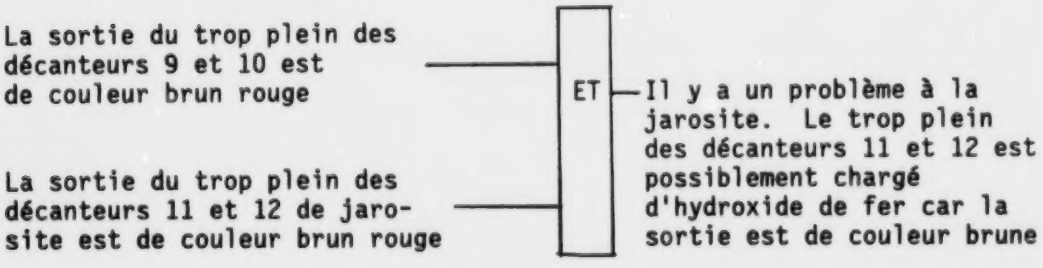
- L'expert nous a fait un exposé sur le procédé et ses méthodes de contrôle. Nous nous sommes ensuite procurés chez CEZ les schémas et principaux paramètres de procédé. Suite à l'étude de ces documents, nous sommes allés à l'usine prendre connaissance de l'opération de celle-ci. Nous avons également noté les termes employés par les opérateurs de façon à les utiliser lors d'une consultation de système expert.

  Une bonne connaissance du procédé et de l'opération est à notre avis nécessaire pour comprendre le langage de l'expert et saisir le cheminement de sa pensée.

Les premières séances de travail avec l'expert ont été enregistrées sur magnétophone. Les bandes ont été par la suite réécoutées et dactylographiées. Cette méthode d'acquisition de connaissances nous est rapidement apparue coûteuse en temps et difficile d'utilisation, les textes étant difficile sinon impossible à formaliser en règles.

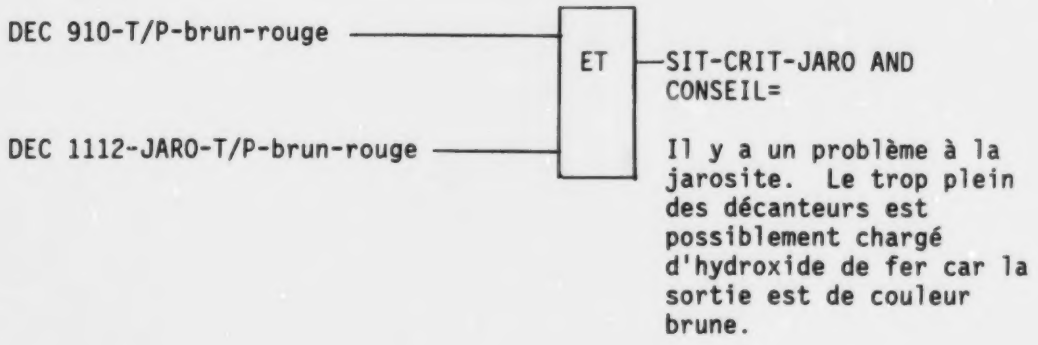
Après divers tâtonnements et essais les deux cogniticiens du projet ont utilisé deux méthodes différentes.

La première méthode employée pour la banque de données CEZ04 utilise la représentation des schémas logiques, standards IEEE et ANSI. La représentation ci-dessous est symbolique.

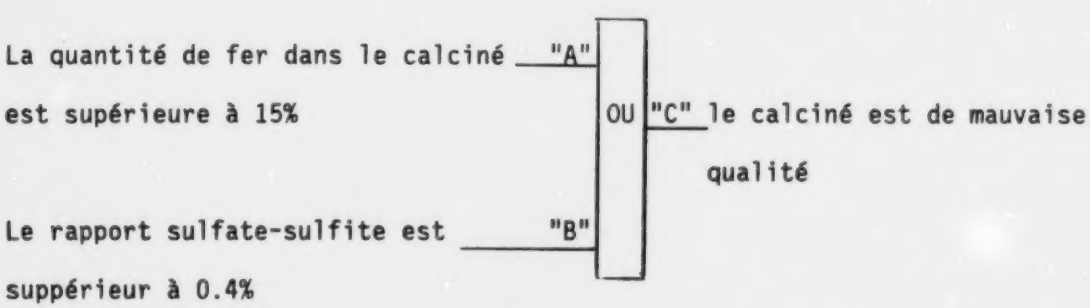


Cette représentation signifie qu'il faut avoir les deux énoncés "A" et "B" exacts ou conformes pour que "C" devienne vrai ou conforme.

Lors des séances de travaux avec l'expert, l'expertise a été directement représentée suivant le même schéma, mais souvent sous sa forme programmable.

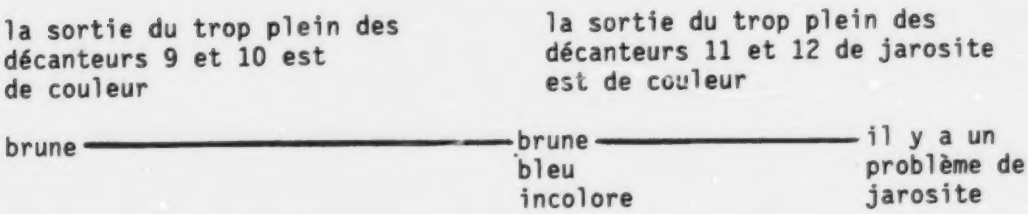


Cette représentation signifie qu'il faut avoir les deux énoncés "A" et "B" exacts ou conformes pour que "C" devienne vrai ou conforme.



Cette représentation signifie qu'il faut avoir un des deux ou les deux énoncés "A" ou "B", ou soit "A" et "B" exact ou conforme pour que "C" devienne vrai ou conforme.

La seconde méthode employée pour la banque de données CEZ05 utilise la représentation ci-dessous



La représentation de cette seconde méthode employée décrit une association entre deux paramètres sans faire de distinction si cette association est "ET" ou "OU".

Validation d'expertise

Nous avons utilisé deux méthodes de validations d'expertises. Du début du projet, les règles ont été programmées et la validation a été effectuée directement sur l'ordinateur. Cette méthode a l'avantage de permettre à l'expert de voir rapidement le produit fini de son expertise et sa présentation à un utilisateur.

Toutefois, celle-ci requiert beaucoup de temps car chaque ajustement ou modification d'expertise modifier le programme avec les implications que cela comporte.

Banque de données "OPERATION LIXIVIATION" CEZ04

Par la suite, l'expertise a été recueillie, formalisée sous forme de schémas logiques, puis validée par l'expert. Celui-ci ne connaissant pas cette symbolique, les règles furent traduites oralement sous forme litéraire par le cogniticien. A ce stade, l'expertise est restée sur papier car les ajouts subséquents d'expertises ont, soit modifié certaines règles, soit modifié leur agencement d'exécution. En conclusion, il semble plus facile de programmer un ensemble une fois que les connaissances de l'expert ont toutes été recueillies et validées sur papier.

Banque de données CEZ05

La banque de données CEZ05 a continué à être programmée après recueuil d'expertise et validée à l'écran par l'opérateur.

ANNEXE B

1.0 BANQUE DE CONNAISSANCE "PERFORMANCE GLOBALE" CEZ05

La banque de connaissance évaluant la performance globale de l'hydrométallurgie est contenue dans les fichiers CEZ05.

1.1 Objectifs visés

L'objectif principal de cette banque de connaissances est de permettre à l'opérateur et au personnel de direction d'avoir une idée globale de l'état du procédé (voir annexe E procédé).

1.2 Etat actuel

Dans son état actuel, cette banque n'a rempli que partiellement les objectifs visés. Pour le moment, il n'y a que la connaissance touchant l'expertise des volumes.

Elle évalue la situation de la production de l'usine à partir de la consommation de courant totale. L'ampérage consommé à l'électrolyse est un bon indice pour évaluer le rendement. Une baisse importante du courant consommé signifie que l'usine ne peut produire de façon normale. La cause de cet état doit être trouvée.

Le système expert peut ainsi déterminer si l'usine opère dans un contexte d'arrêt planifié ou non dans le cas ou l'utilisateur ignore les causes de la baisse de consommation électrique. Dans l'affirmative, des recommandations d'usage sont rappelées à l'utilisateur.

Il est possible aussi que la baisse de courant soit dûe à des causes extérieures aux procédés (disjoncteur déclenché, bris dans le réseau d'Hydro-Québec, etc.).

Suite à l'évaluation des qualités des solutions (concentrations, PH, etc.) et du volume des inventaires de solutions de procédé emmagasinés dans l'usine, il faut essayer de déterminer si le pompage entre les différentes sections de l'usine doit être modifié.

Des recommandations visant les taux de pompage et de production sont donc affichées à l'opérateur. Pour chacune d'elles, un court commentaire explique les raisons de ces décisions.

1.3 Origine de l'expertise

L'origine de la connaissance, est l'expertise de l'ingénieur métallurgiste de l'hydrométallurgie.

1.4 Structure

Cette banque de connaissances n'utilise qu'un seul "Frame" appelé Usine. La création future de petits "frames" est possible.

Les règles sont classées selon leur rôle de façon à former des "rulegroups".

Les différents groupes de règles sont les suivants:

Action: Règles de connaissance de procédé servant à conseiller l'opérateur sur les décisions à prendre. S'y trouvent plusieurs règles à chaînage avant déclenchées lorsqu'un paramètre ou une variable intermédiaire est déterminé. C'est dans ce groupe que se trouve le coeur de l'expertise (27 règles).

Exemple:

```
RULE039 [ACTION-RULES/antecedent]
-------
I     1) la production du hall 1 de l'electrolyse is known, and
      2) la production du hall 1 de l'electrolyse is REDUIRE_AMPERAGE, and
      3) l'etat de l'amperage actuel consomme a l'usine is TROP_BAS,
Then (SET-VALUE PRODUCTION_TEXTE (APPEND (VALUE-OF PRODUCTION_TEXTE) (APPEND (
/ALUE-OF CAUSE_HALL1) (QUOTE (
' Il faut donc continuer d'operer avec un amperage REDUIT au hall 1 de l'electrolyse

I: PROD_ELECTRO_HALL1 IS KNOWN AND PROD_ELECTRO_HALL1 = REDUIRE_AMPERAGE AND
   E_AMP_ACTUEL = TROP_BAS
THEN: SET-VALUE PRODUCTION_TEXTE APPEND (VALUE-OF PRODUCTION_TEXTE) (APPEND (
      VALUE-OF CAUSE_HALL1) (QUOTE ("-Il faut donc continuer d'operer avec un
      amperage REDUIT au hall 1 de l'electrolyse.")))
```

Compare: Ces règles servent à faire des comparaisons entre des paramètres et des valeurs numériques. Elles servent essentiellement à qualifier des paramètres intermédiaires (8 règles) utilisées subséquemment par d'autres règles.

Exemple:

RULE085 [COMPARE-RULES]

If 1) la temperature de l'electrolyte a la sortie des cuves d'electrolyse du hall 2 (en deg C) is greater than or equal to 0, and
2) la temperature de l'electrolyte a la sortie des cuves d'electrolyse du hall 2 (en deg C) is less than 38,
Then it is definite (100%) that la temperature de l'electrolyte a la sortie des cuves d'electrolyse du hall 2 is BASSE.

IF: VALUE T_ELECTRO_HALL2 >= 0 AND VALUE T_ELECTRO_HALL2 < 38
THEN: TEMP_ELECTRO_HALL2 = BASSE

Usine: Ce groupe contient des règles d'usage général à toute l'usine ou à toute la consultation. La connaissance du sujet et du contexte d'opération global s'y trouve. Les règles régissant l'appel de programmes extérieures ou les opérations de lecture/écriture dans des fichiers externes s'y retrouvent également. Les opérations se déroulant à la fin d'une consultation, tel que l'affichage de messages de recommandations, sont déclenchées par des règles de ce groupe (28 règles).

Exemple:

```
RULE008 [USINE-RULES]
-------
If   1) l'etat de l'amperage actuel consomme a l'usine is TROP_BAS, and
     2)  1) l'etat de l'alimentation de l'usine en electricite par
            l'Hydro-Quebec is ARRET_PLANIFIE, or
         2) un arret du procede planifie par CEZ est present,
Then 1) (SET-VALUE MESSAGE (APPEND (VALUE-OF MESSAGE) (QUOTE (:LINE 2
"L'usine doit operer dans un contexte d'arret planifie.")))), and
     2) it is definite (100%) that le contexte d'operation de l'usine is
        ARRET_PLANIFIE.

IF: E_AMP_ACTUEL = TROP_BAS AND ETAT_HQ = ARRET_PLANIFIE OR ARRET_CEZ_PLANIF
THEN: SET-VALUE MESSAGE (APPEND (VALUE-OF MESSAGE) (QUOTE (:LINE 2 "L'usine
      doit operer dans un contexte d'arret planifie."))) AND CONTEXTE =
      ARRET_PLANIFIE
```

Vérifie: Chaque paramètre lu par le système expert et provenant de l'extérieur (banque de données via les rapports) doit être validé. Deux types de règles de validation et de vérification sont présentes. Certaines ne vérifient qu'un seul paramètre à la fois (exemple: valeur de type analogique comparée à une plage de valeurs acceptables) et d'autres la cohésion de plusieurs paramètres entre eux, exemple: les statuts d'opération d'une suite de réservoirs, sachant qu'au moins quatre d'entre eux doivent être en opération) (48 règles).

Les variables ont été créées pour représenter explicitement, entre autres, un paramètre d'opération (par exemple la concentration en zinc d'une certaine solution), un statut d'équipement (exemple: le statut en opération ou isolé d'un réservoir) ou un état intermédiaire correspondant à un état physique du procédé ou d'une partie de l'usine, exemple: l'inventaire total en solution impure).

En tout, 135 paramètres sont actuellement définis dont 80 sont des paramètres obtenus de la banque de données.

Exemple:

```
RULE026 [VERIFIE-RULES/antecedent]
-------
If    1) le statut du reservoir de neutre # 1 a l'epuration is known, and
      2) le statut du reservoir de neutre # 2 a l'epuration is known, and
      3) le statut du reservoir de neutre # 3 a l'epuration is known, and
      4)  1)  1) le statut du reservoir de neutre # 1 a l'epuration is ISOLE,
                 and
              2)  1) le statut du reservoir de neutre # 2 a l'epuration is
                     ISOLE, or
                  2) le statut du reservoir de neutre # 3 a l'epuration is
                     ISOLE, or
          2)  1) le statut du reservoir de neutre # 2 a l'epuration is ISOLE,
                 and
              2) le statut du reservoir de neutre # 3 a l'epuration is ISOLE,
Then it is definite (100%) that il y a trop de reservoirs de solution neutre
qui sont isoles.


IF: STATUT_RES_NEUT1 IS KNOWN AND STATUT_RES_NEUT2 IS KNOWN AND
    STATUT_RES_NEUT3 IS KNOWN AND (STATUT_RES_NEUT1 = ISOLE AND (
    STATUT_RES_NEUT2 = ISOLE OR STATUT_RES_NEUT3 = ISOLE)) OR (
    STATUT_RES_NEUT2 = ISOLE AND STATUT_RES_NEUT3 = ISOLE)
THEN: TROP_RES_NEUT_ISOL
```

Vingt fonctions auxiliaires, programmées en langage Lisp "PC SCHEME" sont utilisées. Certaines d'entre elles régissent les opérations de lecture et d'écriture dans les fichiers externes.

Les autres servent surtout à faire de petits calculs mathématiques comme la comparaison de certaines variables par rapport à des seuils et le calcul des inventaires de solution.

Certaines variables libres ont été définies. La plus importante est sans doute la variable "message". Elle agit comme un message qui est composé à partir de petits fragments d'avis, de recommandations, etc. se trouvant dans les règles. A la fin de la consultation, le message final est affiché sur la console pour que l'usager puisse lire les recommandations.

1.5 Buts poursuivis par le système expert

Suite à la lecture des données du procédé et aux calculs des inventaires de solution, les buts poursuivis par le système expert lors d'une consultation sont les suivants:

1) Trouver le contexte global dans lequel opère l'usine.

2) Evaluer la situation du pompage de solution impure entre la lixiviation et l'épuration.

3) Evaluer la situation du pompage de solution neutre vers le hall 1 et le hall 2 de l'électrolyse.

4) Evaluer la situation du pompage de solution entre l'électrolyse et la lixiviation.

5) Aider l'opérateur à prendre une décision concernant le pompage.

6) Evaluer la production à la lixiviation.

7) Evaluer la production à l'épuration.

8) Evaluer la production au hall 1 et 2 de l'électrolyse.

9) Donner un conseil de production

10) Réunir les décisions et les afficher.

1.6 Tâches effectuées lors d'une consultation

Les tâches suivantes sont effectuées lors d'une consultation de la banque de connaissance CEZ05. Celles-ci ne sont pas apparentes à l'usager.

1) PC Plus écrira dans le fichier CEZ VALD.TXT (demande) le nom des paramètres donc les valeurs sont requises pour répondre à la demande de l'usager.

Ces noms seront suivis de 2 caractères numériques représentant le moment historique à partir du présent soit "00".

Par exemple:

(STATUS_1ETAPE_RES3"00")
(STATUS_1ETAPE_RES3"20")

Le premier exemple représente le paramètre état du réservoir 3 de la première étape au moment présent.

Le second représente l'état de ce même réservoir il y a 20 heures.

2) Appel du programme CEZDATA.EXE. Ce programme récupérera dans la banque de données du procédé les états des paramètres demandés précédemment dans le fichier CEZVALD.TXT et les sauvegardera dans le fichier CEZVALR.RD (réponse) avec leurs facteurs de certitude.

3) Lecture des valeurs et des facteurs de certitude des variables demandées dans le fichier CEZVALR.RD.

4) Validation de chaque nouvelle donnée par des règles à chaînage avant. Dans le cas où les données sont douteuses, un avis est immédiatement montré à l'écran indiquant le détail du problème. Un message concis est également affiché à la fin de la consultation.

5) Les rapports dont la mise à jour n'a pas été effectuée génèrent une remarque. Le fichier CEZHRE.TXT contient les informations de mise à jour des rapports.

6) Calcul des inventaires des solutions.

7) Détermination du contexte d'opération.

8) Conseils de pompage et de production.

9) Affichage du message pour l'opérateur.

10) Ecriture de certains noms de paramètres, de leurs valeurs associées, calculées, lors de la consultation dans le fichier CEZMAJ1.TXT.

11) Appel du programme CEZMAJ1.EXE.

12) Fin de consultation.

Pour la grande plus grande partie de ces étapes, il est possible d'utiliser les facilités de consultation inhérentes à PC PLUS (HELP, WHY, REVIEW, HOW,...).

Si un paramètre lu à partir de la banque de données a un facteur de certitude trop bas, une question est posée à l'usager.

Lorsqu'une question est posée à l'usager, celui-ci voit un choix de réponse proposé (si applicable). Une plage de valeurs permises est fournie au système afin de valider les réponses numériques obtenues à partir du clavier lors d'une consultation.

Si la valeur "nil" (en LISP "( )") est obtenue de l'usager lorsqu'une question concernant un paramètre de procédé est posée, le système expert prendra directement la valeur présente de ce paramètre dans la banque de données par l'entremise du progamme DBase.

2.0 BANQUE DE CONNAISSANCES "OPERATION LIXIVIATION"(CEZ04)

La banque de connaissances évaluant l'opération de la lixiviation est contenue dans les fichiers CEZ04.

2.1 Objectifs visés

L'objectif principal de cette banque de connaissances est de conseiller l'opérateur de la lixiviation de façon à augmenter la productivité de l'usine de CEZ.

2.2 Etat actuel

Le recueil complet des connaissances de l'expert sur le procédé de la lixiviation a été effectué. Ces connaissances portent principalement sur les procédés et variables suivants:

- Alimentation en concentré calciné.

- Dosage et qualité des réactifs.

- 1ière étape de la lixiviation

    a) surnageant

    b) solides

    c) niveaux

    d) équipements

- 2ième étape de la lixiviation

    a) surnageant

    b) solides

    c) niveaux

    d) équipements

- Conversion de jarosite

- Lavage de jarosite

- Analyses

    a) du laboratoire central

    b) effectuées par l'opérateur de jarosite

- Concentration de fer en solution aux diverses étapes du procédé

- Etat des procédés en fonction des couleurs

- Acidité de la solution aux divers étapes du procédé

Toutes les connaissances décrites ci-dessus ont été formalisées avec représentation de type schéma logique puis validées ultérieurement par l'expert.

Les liens fonctionnels entre les divers paramètres et procédés décrits ci-dessus ont été fait pour:

- 1ère étape de la lixiviation

- 2ième étape de la lixiviation

- Alimentation en concentré calciné

- Dosage et qualité des réactifs

- Analyses de laboratoire ayant trait au calciné, à la 1er et 2ième étape de la lixiviation

La programmation de la connaissnce de l'expert n'a été réalisée que pour:

- 1ère étape de la lixiviation
- 2ième étape de la lixiviation
- Alimentation en concentré calciné
- Dosage et qualité des réactifs

Conclusion

Dans son état actuel, cette banque de connaissances n'a rempli que partiellement les objectifs visés. Parce qu'elle n'a pas été corroborée par un conseil de validation d'expertise ni mise en application pour l'aide à l'opération.

2.3 Origine de l'expertise

L'origine de la connaissance recueillie est principalement l'expertise de l'ingénieur métallurgiste de l'hydrométallurgie. Certaines expertises proviennent soit des opérateur, soit des contremaîtres mais ces expertises ont toutes été validées par l'expert.

3.0 DEVELOPPEMENTS FUTURS

Les points qui doivent être développés dans le futur sont les suivants:

1) Elargissement et approfondissement de la connaissance emmagasinée dans les banques de connaissances.

2) Validation des connaissances par un comité d'experts.

3) Débuter le développement des échanges entre la banque CEZ04 et les banques de données de l'ordinateur de gestion de l'atelier ainsi qu'avec le système de contrôle distribué. Il est à noter que les données transitent déjà partiellement au niveau du progiciel DBIII.

4) Poursuivre les raccordements logiques et fonctionnels entre les deux banques (CEZ04 et CEZ05).

5) Etudier la nouvelle version du logiciel PC PLUS de Texas Instrument, spécialement orientée vers le contrôle de procédé et affichages graphiques interactifs.

6) Etudier le mode d'échanges avec le système de contrôle distribué de l'hydrométallurgie.

7) Revoir la connaissance implantée dans l'usine en la confrontant avec la nouvelle stratégie de commande de procédés introduite par le projet du système de contrôle distribué.

Descritpion d'un système distribué

Un système distribué est un ensemble de contrôle informatisé possédant de nombreuses fonctions tel que boucles de contrôle, calculs de tendances, enregistrements de variables, etc. Il est nommé distribué comme inverse de centralisé.

En effet, les contrôles sont décentralisés et effectués dans de multiples armoires locales. Le panneau central n'assure que l'interface avec l'opérateur.

4.0 CONCLUSION

Dans leur état actuel, les banques de connaissance commencent à être un outil méritant d'être évalué à fond, tant au point de vue du contenu (validation des règles et de la connaissance) que de leur utilité.

Nous avons développé assez de connaissances pour nous permettre de porter un jugement sur l'utilisation de ce logiciel appliqué au milieu industriel.

Il est plus facile à réaliser qu'un programme en langage informatique pour réaliser certaines tâches telles que:

- fonction logique
- comparaison de valeurs

Il est facile de visualiser les règles de fonctionnement et de les modifier.

Il est à notre avis un outil d'avenir qui sera dans quelques années d'un emploi aussi courant qu'un traitement de texte.

Associé à d'autres logiciels ou progiciel, son emploi semble des plus prometteurs car il élargit son champ d'application.

Il n'est pas l'outil miracle vanté à ses débuts, il n'est qu'un progiciel.

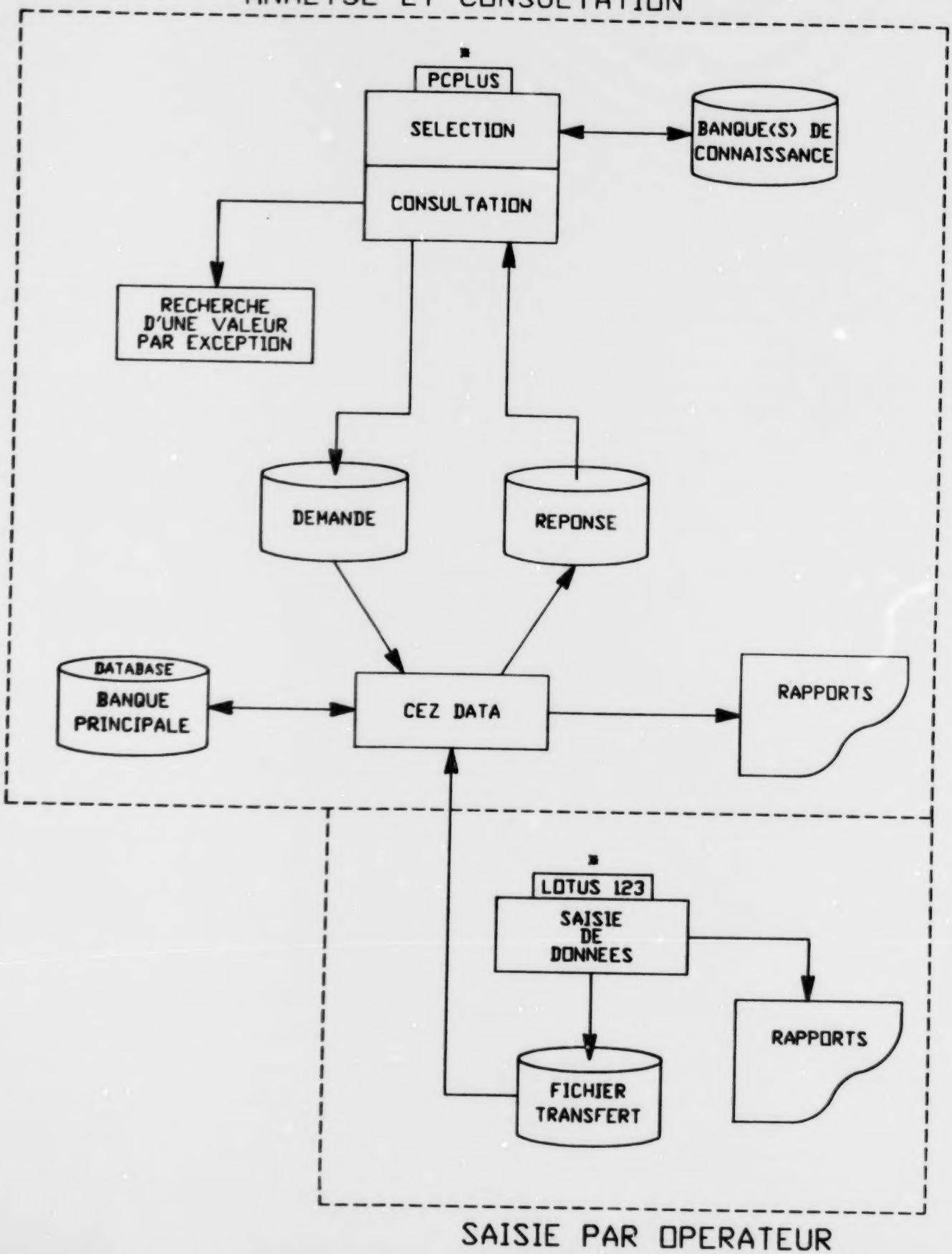
Le développement d'un système expert reste lié à l'acquisition de connaissance chez un ou plusieurs experts, il en découle des difficultés au niveau de la disponibilité de ceux-ci, ce qui peut entraver son développement.

Le développement d'une expertise valable représente en main d'oeuvre un coût assez important, ceci peut avoir un aspect négatif sur le marché de système expert en cours de développement.

Le retour sur l'investissement n'est pas toujours certain. Une étude doit être effectuée à cette fin au niveau de développement du maquettage.

ANNEXE C

ANALYSE ET CONSULTATION



ANNEXE C

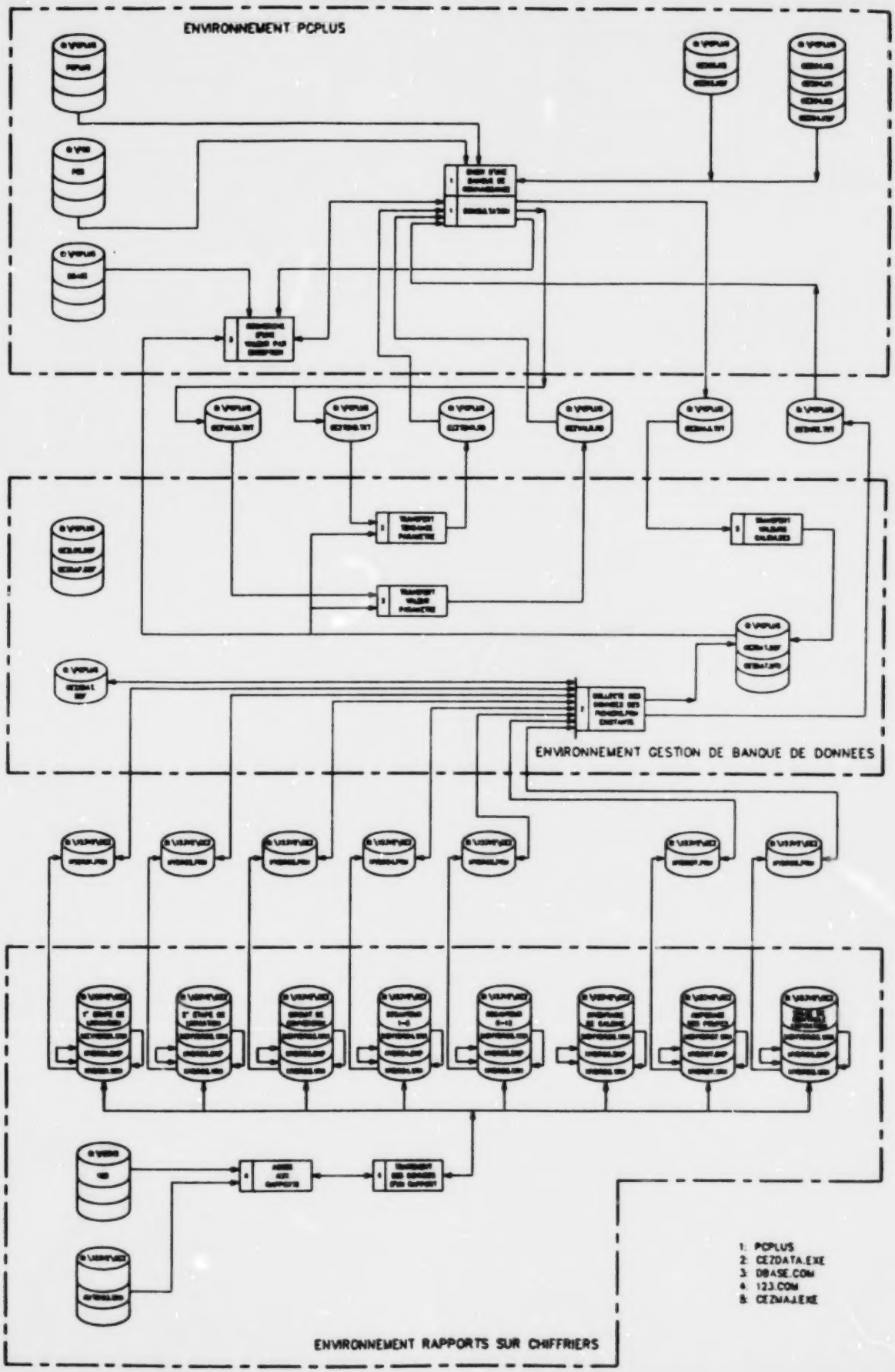


FIG. 1) ARCHITECTURE DES FICHIERS

ANNEXE C

1.0 INTRODUCTION

Le présent document constitue la documentation de support concernant le système expert développé pour l'usine CEZ de Valleyfield.

La documentation de support informatique décrit le système expert dans son état actuel.

Les logiciels gravitant autour du système expert (concernant la gestion de la banque de données et les rapports d'exploitation) sont décrits dans cette annexe.

2.0 DESCRIPTION GLOBALE DE L'APPLICATION REALISEE

Les logiciels utilisés ou développés dans le cadre du projet pour la section hydrométallurgie de l'usine C.E.Z. de Valleyfield sont agencés de façon à réaliser les fonctions suivantes:

- Saisie des données venant du procédé
- Impression de rapports d'exploitation
- Validation des données obtenues
- Analyse des variables selon des règles de connaissance
- Recommandations à l'usager

Le système expert proprement dit se charge des fonctions de validation, d'analyse des données et affiche des recommandations à l'opérateur. Deux banques de connaissance et le moteur d'inférence en forment le coeur.

La saisie des données se fait essentiellement à partir de rapports d'exploitation implantés sur chiffriers électroniques. Ceux-ci peuvent ainsi être imprimés sur demande de l'opérateur.

Une banque de données de variables de procédé sert d'intermédiaire entre le système expert et les chiffriers de rapports.

2.1 Technologie retenue

Des micro-ordinateurs de type IBM PC sont utilisés pour ce projet.

Leur faible coût, leur grande distribution et leur facilité d'utilisation sont des avantages importants.

Ce sont des appareils robustes dont certains modèles sont conçus de façon à pouvoir résister à l'environnement difficile d'un milieu industriel.

Pour le développement des banques de connaissance, un micro-ordinateur Compaq 386 est utilisé pour accroître la vitesse d'exécution et la capacité d'adressage en mémoire vive.

2.2 Logiciels utilisés

Le squelette du système expert est le logiciel Personal Consultant Plus de Texas Instrument.

Ce moteur d'inférence, basé sur le language Lisp, possède, entre autres, les caractéristiques suivantes:

1) Chaînage avant et arrière des règles
2) Paramètres à multi-valeurs
3) Possibilité de programmer des routines par l'emploi de fonctions Lisp (dialecte "PC SCHEME")
4) Appel de programmes compilés extérieurs
5) Lecture et écriture de valeurs dans des banques de données
6) Facteurs de certitude sur règles et paramètres
7) Graphiques

Pour les rapports réalisés sur chiffrier électronique, le logiciel Lotus 123 est employé, surtout pour la rapidité de développement d'un chiffrier.

La gestion de la banque de données se fait à partir du programme CEZDATA.EXE. Pour une question d'efficacité et d'encombrement mémoire, cette tâche a été écrite en DBIII et compilée grâce au progiciel CLIPPER, d'où l'extension .EXE.

3.0 COMPOSANTS MAJEURS

Les composants majeurs de cette application sont respectivement le système expert avec ses 2 banques de connaissance, la gestion de la banque de données du procédé et les rapports d'exploitation sur chiffriers électroniques.

3.1 Système expert

3.1.1 Squelette et moteur d'inférence

Le squelette Personnal Consultant Plus consiste en un moteur d'inférence basé sur le langage Lisp.

Il est composé de deux ensembles de fichiers placés dans deux répertoires distincts, devant être reliés logiquement par l'instruction DOS PATH.

En plus du développement et de la consultation de banques de connaissances, il permet la construction d'une version usager servant pour la consultation uniquement.

Ces versions usagers peuvent donc être reliées ensemble par des fichiers de commande de type "batch".

3.1.2 Banques de connaissance

Deux banques de connaissance ont été développées. Chacune à un mandat différent, soit:

- La banque de connaissance "Performance Globale" (CEZ05) examine de façon globale les paramètres provenant de trois sections de l'usine soit la lixiviation, l'épuration et l'électrolyse. Elle a pour but de déterminer si le comportement de ces procédés est satisfaisant.

- La banque de connaissance "Opération Lixiviation" (CEZ04) étudie en détail le comportement de certains équipements de la lixiviation et de ses procédés. La cause exacte d'un problème d'opération peut être trouvée à ce niveau.

3.2 Programmes de gestion de banques de données

La banque de données des paramètres du procédé sert de tampon entre le système expert et l'afflux de nouvelles données venant du procédé (via les rapports d'exploitation).

Deux sortes de records la composent: les paramètres de type analogiques et de type logiques. Chaque variable du procédé constitue une donnée.

Les champs de cette banque servent à emmagasiner les données concernant entre autres, la valeur actuelle, un historique de la valeur basé sur les 24 dernières heures, la valeur de la tendance, la date et l'heure de la dernière mise à jour, la valeur minimum et maximum acceptable.

Pour les valeurs de type logiques, cinq champs représentent les statuts possibles pour un équipement. Le champ de valeur actuelle est utilisé afin de choisir le statut qui s'applique à cet équipement. Par exemple, pour une pompe ces champs pourraient être: marche, arrêt ou maintenance.

Ce programme de gestion de banque de données permet l'addition, la modification ou la destruction de records (donc de paramètres de procédé).

Une autre tâche de ce programme est la lecture des valeurs provenant des rapports et l'échange d'information entre le système expert et la banque de données. Ces transferts s'effectuent au moyen de fichiers intermédiaires qui, s'il y a lieu, sont détruits après l'échange.

C'est seulement par ce programme que les statuts logiques peuvent être modifiés. Un rapport de statuts peut être imprimé à ce niveau.

Le système expert peut donc fonctionner indépendamment des rapports par ce système. Pour fins de simulations, il est possible de modifier les champs de valeurs et de voir peu après l'influence de ce changement sur les recommandations trouvées par le système expert.

3.3 Rapports sur chiffriers électroniques

Les rapports implantés dans le système sont la transcription fidèle de ceux utilisés encore aujourd'hui dans l'usine.

Ces rapports de la section hydrométallurgie sont les suivants:

- 1ière étape de lixiviation
- 2ième étape de lixiviation
- Circuit de conversion
- Décanteurs 1-5
- Décanteurs 6-12
- Inventaire de calciné
- Ampérage des pompes
- Salle de contrôle - lixiviation

Deux autres rapports (concernant les réactifs) ont été considérés mais n'ont pas été implantés.

La plupart de ces rapports sont remplis, chaque heure, par l'opérateur. Les chiffriers sont faits de façon à assurer la conservation des données sur un cycle de 24 heures.

Il est toutefois possible de récupérer des données vieilles de 48 heures par intervention au niveau du DOS.

3.4 Architecture des fichiers et des logiciels

Le transfert d'informations entre les logiciels et les fichiers est représenté à la figure 1. Il est possible de l'examiner en le ventilant de la façon suivante:

3.4.1 Interaction dans l'environnement système expert

Suite à l'appel du logiciel du squelette et une fois fait le choix de la banque de connaissance à consulter, les interactions entre les différents fichiers requis se font de façon automatique par rapport à l'usager.

Les échanges les plus importants au point de vue de l'application sont les suivants:

1) Appel des différents fichiers appartenant à une banque de connaissance, incluant le fichier de fonctions auxiliaires en Lisp.

2) Ecriture du nom des différents paramètres de procédé dont la valeur est requise, pour une consultation, dans le fichier CEZVALD.TXT. Un nombre est aussi écrit et il spécifie laquelle des 24 valeurs historiques est requise. Par exemple, "AMP-ACTUEL 00" sert à identifier la valeur actuelle (car le nombre est 0) du paramètre AMP-ACTUEL.

3) Ecriture, s'il y a lieu, du nom des différents paramètres dont la tendance est requise dans le fichier CEZTEND.TXT.

4) Suite à l'exécution du programme CEZDATA, lecture des valeurs et des facteurs de certitude des paramètres du procédé à partir du fichier CEZVALR.RD.

5) Lecture, s'il y a lieu, de la valeur des tendances requises des paramètres de procédé dans le fichier CEZTENR.RD.

6) Lecture du nom des rapports et du nombre de minutes écoulées depuis leur mise à jour par l'usager.

7) A la fin d'une consultation, écriture de certaines valeurs calculées dans le fichier CEZMAJ1.TXT.

3.4.2 Interaction dans l'environnement banque de données

Cet environnement est centré autour de la banque de données des paramètres du procédé CEZDAT.DBF. Deux programmes gèrent cette banque. Ces deux programmes sont appelés par des instructions contenues dans les banques de connaissances.

Les principaux échanges d'information sont les suivants:

1) Transfert des informations contenues dans les fichiers HYDROX.PRN (X= 1...8) existants vers la banque de données CEZDAT.DBF.

2) Lecture des noms des paramètres dont la valeur ou la tendance est requise dans les fichiers CEZVALD.TXT et CEZTEND.TXT.

3) Ecriture des valeurs requises et des facteurs de certitude associés dans le fichier CEZVALR.RD.

4) Ecriture des valeurs des tendances requises dans le fichier CEZTENR.RD.

5) Transfert des valeurs calculées de certains paramètres vers la banque de données.

3.4.3 Interaction dans l'environnement rapports

Par macro-commandes contenues dans les chiffriers, l'information obtenue de l'usager est conservée dans différents fichiers. Les transferts d'informations concernant chaque rapport sont les suivants (X= 1...8):

1) Conservation de l'information dans le fichier HYDROX.WK1 lors de la sauvegarde du chiffrier.

2) Sauvegarde des données des dernières 48 heures (deux derniers postes complétés) dans le fichier HYDROX.BDP correspondant à partir de l'information contenue dans le fichier HYDROX.WK1.

3) Transfert des valeurs historiques des valeurs du procédé vers le fichier HYDROX.PRN associé.

4) Réinitialisation des chiffriers lorsqu'ils sont remplis à partir, entre autres, du fichier MSHYDROX.WK1 correspondant.

4.0 GESTION DES BANQUES DE DONNEES

Deux programmes font la gestion des quatre banques de données, soit CEZDATA.EXE ET CEZMAJ.EXE.

Les banques de données sont les suivantes:

1) CEZDAT.DBF: Cette banque de données contient les renseignements concernant les paramètres du procédé. Elle constitue le coeur même des sources d'informations pour le système expert.

2) CEZXDAT.DBF: Banque de données utilisée pour réaliser le transfert des données entre les fichiers .PRN émis par les chiffriers de rapport et la banque de données de procédé.

3) CEZLOG.DBF: Cette banque est pour usage interne uniquement. Elle est utilisée pour définir les écrans présentés à l'usager lors d'une édition des statuts logiques.

4) CEZRAP.DBF: Cette banque sert à retenir l'information sur la configuration des rapports d'exploitation horaires ou journaliers. Ultérieurement au développement de cette banque, les rapports horaires furent remplacés par ceux faits avec les chiffriers électroniques. Quant à la configuration des rapports journaliers, elle est incomplète. Il est toutefois possible d'en terminer la configuration à l'aide des menus du programme CEZDATA.

4.1 Banque de données CEZDAT

Cette banque de paramètres de procédé est mise à jour, à la fois par le programme CEZDATA à partir de données venant des rapports et par le programme CEZMAJ avec des données calculées par le système expert lors d'une consultation.

Chaque record de cette banque se rapporte à un paramètre du procédé. La description de ces champs est la suivante:

1) VARIABLE: Contient le nom d'un paramètre afin de faire la relation entre le système expert et la banque de données.

2) VALEUR: Pour des paramètres de type analogiques, ce champ contient la valeur du paramètre. Les unités de la valeur sont spécifiés dans la description. Il contient aussi le numéro du statut applicable à un paramètre de type logique.

3) TENDANCE: Contient la valeur numérique de la tendance du paramètre, exprimée en unité d'ingénierie/heure.

4) TEMPS: Champ désuet

5) FACT_CONF: Champ servant à retenir le facteur de confiance de la valeur du paramètre. Une valeur de 100 signifie que la valeur est fiable tandis qu'une valeur de 0 signifie que la valeur obtenue est incertaine

6) METHODE: Champ servant à identifier la souce de l'information, c'est-à-dire l'endroit de l'usine où le paramètre est quantifié ou mesuré.

7) FTYPE: Sert à caractériser le type de valeur retenue (valeur instantanée, cumulative, etc.)

8) TYPENT: Sert à identifier le type de données, soit logique (choix de cinq statuts possibles) ou analogique.

9) VAL_DEFAUT: Lors de la définition d'un nouveau paramètre, il est possible de définir une valeur par défaut.

10) VALEUR_MIN: Valeur minimum de la plage acceptable pour la valeur d'un paramètre.

11) VALEUR_MAX: Valeur maximum de la plage acceptable pour la valeur d'un paramètre.

12) DESCRIP1 & DESCRIP2: Description du paramètre, de l'endroit où on le mesure, de ses unités d'ingénierie, etc.

13) DLDATE & DLHEURE: Date et heure de la dernière mise à jour du paramètre.

14) VAL_CUM: Valeur cumulative d'un paramètre, si requis.

15) VAL_HIS00 @ VAL_HIS23: Champs contenant l'historique des vingt-quatre dernières valeurs horaires d'un paramètre.

16) FSTATUS1 @ FSTATUS5: Champ contenant les options possibles pour les paramètres logiques.

4.2 Programme CEZDATA

Ce programme créé à partir de DBIII et compilé grâce à CLIPPER.

La première tâche réalisée par ce programme est de trouver les fichiers de transfert provenant des rapports (extension =.PRN). Les données contenues dans ces fichiers, si présents, sont automatiquement tranférées dans la banque de données CEZDAT.DBF pour la mettre à jour. Pour ce faire le programme se sert de fichiers intermédiaires dont certains sont détruits tout de suite après.

Le champ VARIABLE, contenant le nom du paramètre sert de pivot à cet échange.

L'heure et la date contenue dans le fichier.PRN est décodée afin de dater les données reçues.

De plus, le programme trouve la date et l'heure du système au moment de son exécution. Par soustraction, il est donc possible de trouver le nombre de minutes écoulées depuis la création du fichier.PRN et du transfert de données correspondant. Ce délai et le nom du rapport est écrit dans le fichier CEZHRE.TXT. Cette opération sert à déterminer si les données reçues sont désuettes ou non.

Le calcul de la tendance se fait par régression linéaire sur les quatre dernières valeurs.

Lors du transfert des fichiers .PRN dans la banque de données, l'usager voit défiler sur son écran le nombre de fichiers de rapports, le nom du rapport, de la variable et de l'heure de la donnée qui est en train d'être tranférée.

Le menu principal est ensuite affiché:

[1]	Les variables
[2]	Les rapports
[3]	Installation des fichiers d'index
[Q]	Session terminée (QUITTER)

Le premier choix permet de visualiser et/ou de modifier les paramètres de procédé de la banque de données.

Le second permet la configuration ou l'impression de rapports à partir de la banque de données.

La troisième option effectue une réorganisation des index (basés sur le champ VARIABLE) de la banque de données CEZDAT.DBF et réaffiche le même menu principal.

La dernière option permet de terminer le programme CEZDATA et de retourner le contrôle au squelette de système expert.

4.2.1 Les variables

Après avoir appuyé sur la touche "1", l'usager voit apparaître un autre menu:

[1]	"Maintenance"
[2]	Saisie par variable
[3]	Saisie par rapport
[4]	Saisie par provenance pour statuts logiques
[Q]	Retour au menu précédent

En sélectionnant l'option 1, un mot de passe est demandé (Z E C). Suite à la vérification du mot de passe, l'affichage de configuration apparaît.

Cet écran est composé de deux zones différentes. La partie supérieure montre les données suivantes concernant un paramètre:

- son nom
- sa provenance
- son type
- une description en deux lignes
- pour une valeur de type analogique, la valeur minimum, maximum et par défaut est affichée
- pour une valeur de type logique, les cinq statuts possibles sont affichés.

Ce sont en fait le contenu de certains champs de la banque CEZDAT.DBF qui sont montrés concernant le paramètre en question.

Pour sa part, la partie inférieure offre un sous-menu permettant les commandes suivantes:

- "Ajout" d'un nouveau paramètre dans la banque de données CEZDATA.EXE. Le nom de la variable et son type (logique ou analogique) est ensuite demandé. Suite à ceci, les autres paramètres ci-dessus mentionnés sont ensuite remplis.

- "Modification" du paramètre affiché. Chacun des champs peut alors être modifié. Il faut noter que le champ VARIABLE (donnant le nom du paramètre) et le type (logique ou analogique) ne peuvent être modifiés. Il faut détruire le paramètre puis en récréer un nouveau.

- "Elimination/Rappel" d'un paramètre. Il est possible de marquer un paramètre pour destruction ou de lui redonner un statut normal. L'effacement n'a pas lieu tout de suite.

- "Reconstruction" de la banque de données. Tous les paramètres (records) marqués pour destruction sont effectivement détruits et les fichiers d'index remis à jour.

- "Suivant" permet d'afficher le paramètre suivant selon l'ordre alphabétique du champ Variable.

- "Précédent" montre le paramètre devançant celui-ci (voir "Suivant").

- "Quitter" permet de remonter au menu précédent.

- "Recherche" permet d'afficher les données du paramètre désiré tout de suite, sans faire une séquence de "Suivant" ou "Précédent".

Cette option permet donc de modifier les paramètres de la banque de données par menu prédéfinis (à condition d'avoir le mot de passe!)

En choisissant la seconde option ("Suivie par Variable") du menu des variables, un affichage apparaît montrant les données suivantes pour chaque paramètre:

- Le nom de la variable, la provenance et le type du paramètre.
- La description de ce paramètre.
- La date et l'heure de la dernière mise à jour.
- La valeur actuelle et son facteur de confiance
- Pour un paramètre de type analogique, la valeur minimum, maximum et la tendance sont affichées.
- Pour un paramètre de type logique, le statut actuel ainsi que les statuts possibles sont affichés.

La partie inférieure offre le sous-menu suivant:

- "Entrée" permet de modifier la valeur actuelle et le facteur de confiance. Dans le cas d'un paramètre analogique, la nouvelle valeur entrée sera immédiatement comparée avec la gamme permise pour ce paramètre.

  Un message "hors gamme!" pourra être affiché s'il y a lieu. La date et l'heure de la dernière mise à jour seront rafraichies. La tendance sera calculée d'après l'écart entre les valeurs précédentes et actuelles divisé par l'intervalle de temps écoulé entre les deux mises à jour. Pour un paramètre logique, le numéro du statut actuel doit être un de ceux qui ont été définis.

Suite à l'entrée des nouvelles valeurs, un choix est offert pour confirmer les valeurs entrées ou quitter, c'est-à-dire de conserver les valeurs précédentes.

- "Recherche" permet de retrouver un paramètre à partir de son nom.
- "Suivant" affiche le prochain paramètre.
- "Précédent" affiche le paramètre précédent.
- "Quitter" retourne au menu principal.

La sélection de l'option "Saisie par rapport" du menu principal est une façon parallèle à la saisie par variable pour pouvoir modifier des données de la banque de données.

Le numéro de rapport est ensuite demandé par le programme. Si le rapport a été préalablement défini (voir section 6.2.2), les paramètres correspondants à des items de ce rapport seront affichés à l'écran selon leur ordre dans le rapport.

Le même sous-menu d'édition pour qui la saisie par variable est utilisée sauf que la commande "Rapport" permet de changer de numéro de rapport.

La quatrième option du menu principal soit la "Saisie par provenance pour statuts logiques" sert à modifier la valeur des statuts logiques.

Pour chaque section d'importance de l'usine (lixiviation, épuration, électrolyse), un certain nombre de pages écran ont été définies afin de montrer les status actuels des équipements.

Les touches "UP", "DOWN", "PAGE UP", PAGE DOWN", "HOME", "END", servent à modifier la position actuelle du curseur et/ou de changer de page écran.

Pour modifier un statut, il faut positionner le curseur sur celui désiré et appuyer sur la touche "return". La page correspondante de la saisie par variable apparaîtra. Il est donc possible de modifier le statut d'un paramètre tel que défini plus haut. La touche "Quitter" va montrer de nouveau la page des statuts logiques originale.

4.2.2 Les rapports

Cette section s'occupe de l'édition et de la configuration de rapports d'exploitation à partir de la banque de données.

Suite à la sélection de cette option, un autre menu apparaît composé des options suivantes:

[1]	"Maintenance pour rapports journaliers"
[2]	"Edition rapports journaliers"
[3]	"Edition rapports statuts logiques"
[Q]	"Retour au menu précédent"

La première de ces options sert à définir et à configurer des rapports journaliers dont les données sont extraites de CEZDAT.DBF.

Il est donc possible de configurer un rapport d'exploitation par menu. Cette approche avait été retenue et développée au début du projet, mais elle a par la suite été abandonnée car elle fut jugée trop compliquée à remplir par l'opérateur.

De plus, elle avait le défaut de lui demander un surcroit de travail. Ces rapports ont donc été remplacés par des chiffiers électroniques.

La seconde option se charge d'imprimer le rapport journalier selon le numéro choisi.

La troisième effectue le même travail avec les paramètres de types logiques.

4.2.3 Transfert des valeurs vers le système expert

A la fin de l'exécution de ce programme, c'est-à-dire lorsque l'on sélectionne "Quitter" sur le menu principal, une opération de lecture sur les fichiers CEZVALD.TXT et CEZTEND.TXT s'effectue afin de transmettre vers le système expert les valeurs et les tendances des paramètres pour qu'il puisse faire une consultation sur le procédé.

Les valeurs et leurs facteurs de confiance correspondant sont écrits dans le fichier CEZVALR.RD tandis que les tendances numériques sont écrites dans le fichier CEZTENR.RD.

4.3 Programme CEZMAJ

Ce programme sert des données calculées lors d'une consultation dans la banque de données. Les données sont lues dans le fichier CEZMAJ.TXT, comprenant le nom du paramètre et sa valeur numérique.

Le programme retrouve la donnée correspondante dans la banque de données CEZDAT.DBF et y copie la valeur.

ANNEXE D

1.0 RAPPORTS REALISES SUR CHIFFRIERS

Les rapports implantés sur chiffriers électroniques ont un double but. Le premier est de reproduire électroniquement les rapports actuellement remplis manuellement par les opérateurs de l'usine. Le second est de fournir des données rafraichies périodiquement au système expert par l'intermédiaire d'une banque de données de procédé.

Les rapports considérés dans le cadre de ce projet proviennent principalement de quatre postes de travail, soit:

-Le panneau de commande de l'hydrométallurgie
-La jarosite
-Les décanteurs
-Les réactifs

La répartition des rapports déjà implantés est la suivante:

1) Panneau de commande:

Salle de contrôle-lixiviation

Inventaire de calciné

Ampérage des pompes

2) Jarosite:

1° étape de la lixiviation

2° étape de la lixiviation

Circuit de conversion

3) Décanteur:

Décanteurs 1 à 5

Décanteurs 6 à 12

Les rapports concernant les réactifs n'ont pas été implantés.

Deux répertoires sont utilisés pour la réalisation des rapports. Le premier contient les programmes du tableur (C:\123V2) et le second contient les chiffriers eux-mêmes et les fichiers associés (C:\123V2\CEZ)

Il est important de noter que la configuration du tableur est faite de telle sorte que le chiffrier C:\123V2\CEZ\AUTO 123.WK1 est appelé automatiquement par le tableur.

1.1 Chiffrier AUTO123.WK1

Ce chiffrier sert principalement de menu d'accès pour appeler le chiffrier du rapport choisi. Il sert aussi à demander le nom de l'opérateur d'un poste.

Pour appeler un chiffrier, il faut positionner le curseur sur le numéro du rapport et appuyer sur "Enter" ou presser la première lettre de l'opérateur et le numéro de rapport.

Suite à cette opération, le chiffrier du rapport sélectionné va apparaître. Par contre, la touche "Escape" sert à sortir du menu d'accès, suite à une confirmation.

1.2 Chiffrier de rapport

Lorsqu'un rapport est sélectionné, il y a transfert automatique des noms des opérateurs concernés entre le chiffrier d'accès et le chiffrier du rapport. Ces noms seront imprimés sur le rapport.

Le menu d'un rapport permet les options suivantes:

1) Visualisation et saisie des données: Le rapport apparaît alors. L'usager peut se servir des flèches pour positionner le curseur sur une cellule donnée du chiffrier. Il peut alors entrer une valeur numérique par le clavier et appuyer sur "Enter". En appuyant simultanément sur "Alt" et "m", il peut retourner au menu du rapport. Il est à remarquer qu'il peut visualiser les données sur un intervalle de 24 heures mais ne peut modifier les données que sur un intervalle des deux dernières heures.

2) Impression des dernières 24 heures du tableau.

Cette option permet d'imprimer le rapport. Les noms des opérateurs en poste y apparaîtront. La valeur maximum et la moyenne de chaque colonne y figurent.

3) Sauvegarde et extraction des données pour PC PLUS.

Cette option exécute une sauvegarde du chiffrier et transfert les données de certaines colonnes (correspondant à des paramètres de la banque de données CEZDAT.DBF) dans un fichier à extension ".PRN" correspondant.

Si l'opérateur retourne au menu du fichier en pressant les touches "ALT" et "m" et qu'un délai d'une heure ou plus s'est écoulé depuis l'accès à ce chiffrier, cette commande s'exécutera automatiquement avant de retourner au menu.

4) Ouverture d'un nouveau fichier

Lorsqu'un chiffrier de rapport est complet, c'est-à-dire que chaque ligne a été remplie, cette option permet de réinitialiser le chiffrier de façon à débuter une nouvelle période de 24 heures.

5) Choix du décanteur (11 ou 12)

Cette option est applicable au rapport de la salle de contrôle de la lixiviation uniquement. Etant donné que ces décanteurs peuvent être utilisés pour la même fonction dans le procédé, il faut spécifier le numéro du décanteur utilisé afin de remplir correctement ce rapport.

0) Sauvegarde et retour au menu principal

Cette option effectue la sauvegarde du chiffrier, l'extraction des données pour PC PLUS comme l'option 2. De plus, elle retourne au menu d'accès des chiffriers de rapport.

De façon générale, il n'y a pas de validation de données faite à ce niveau. Il est donc possible de remplir une cellule avec des caractères alphabétiques. Cependant, ces valeurs seront interprétées comme étant nulles et le facteur de certitude sera de 0 lorsque ces données se retrouveront dans la banque de données CEZDAT.DBF par l'entremise du programme CEZDATA.EXE.

2.0 DEROULEMENT D'UNE CONSULTATION

La première opération à faire par l'usager est de choisir s'il veut éditer les rapports ou s'il veut obtenir une consultation avec l'une des deux banques de données.

Normalement, les rapports doivent être faits et à date pour une heure donnée. Une consultation est utile une fois rendu à ce niveau.

Si une consultation est effectuée, le moteur d'inférence va essayer d'évaluer les données initiales de la banque de connaissance choisie. Ce faisant, il y aura chargement du programme CEZDATA.EXE. Il est ainsi possible de voir ou de modifier la valeur des paramètres logiques ou analogiques.

Quand ce programme sera terminé, les valeurs et les tendances seront lues et analysées. Les règles de connaissances seront déclenchées et les recommandations finales seront montrées.

2.1 Aides durant la consultation

Le logiciel PC PLUS permet certaines options lors de la consultation. Un menu apparaît lorsque la touche F2 est appuyée.

"Why" permet de montrer la règle ou la raison qui requiert une réponse à la question posée.

"How" montre les différentes valeurs d'un paramètre et le pourquoi de leur assignation.

"Trace" permet de suivre le déroulement du programme (disponible seulement pour la version développement et pas pour la version usager) mais par contre, cette aide a été compensée par des explications données au niveau du conseil d'opération. Chaque conseil décrit en détail quelles sont les raisons et aboutissant de celui-ci.

"Review" permet de modifier les données précédemment obtenues du clavier.

"Save playback file" enregistre les données fournies.

"Quit" termine immédiatement la consultation.

"Continue" exécute la poursuite de la consultation.

2.2 Validation des données

La validation des données est un point qui se retrouve dans tous les programmes informatiques, particulièrement lorsqu'elle est obtenue d'un usager par l'entremise d'un clavier.

Les systèmes experts ne font pas exception à la règle. La validation se fait à deux niveaux principalement.

Il faut toutefois s'entendre sur le type de validation et sur son mode d'application.

Il faut tout d'abord éliminer les données concernant un paramètre et qui sont fausses par définition. Choisir un statut inexistant ou non défini pour un équipement, répondre par une chaîne de caractères lorsqu'une valeur numérique est requise ou par une valeur de 100 lorsqu'un pH est demandé en sont des exemples.

Il y a d'autres sortes de données qui sont douteuses, quoique plausibles. Par exemple, une réponse de "1 pi" au sujet du niveau de la solution dans un réservoir normalement rempli. Le système expert doit accepter de telles valeurs mais souligner le fait qu'elles paraissent à prime abord étranges.

Dans le système expert actuel, il n'y a pas de validation qui se fait dans les chiffriers de rapports, dû essentiellement à un limitation de l'outil.

Lors du transfert des données dans la banque de données CEZDATA.DBF, les valeurs non-numériques (chaînes de caractères, espaces blancs, etc.) sont remplacés par la valeur numérique 0. Leur facteur de certitude aussi est nul.

Les valeurs numériques quelles qu'elles soient sont prises tel quel. Si une visualisation des paramètres de la banque est faite, les valeurs qui ne sont pas comprises à l'intérieur d'une gamme de valeurs pré-établies sont montrées avec une note "hors gamme!" et un signal sonore se fait entendre.

Ces valeurs sont toutefois envoyées vers le système expert.

Il est donc important, comme réalisé dans la banque de connaissances "performance globale", de prévoir des règles afin d'avertir l'usager de fait que certaines données sont douteuses ou, du moins, qu'elles sont hors des plages permises.

La réponse numérique à une question obtenue de l'usager lors d'une consultation est confrontée tout de suite à une plage permise ("range") si elle est définie. La consultation ne se poursuivra pas tant que la réponse n'est pas satisfaisante.

2.3 Obtention d'une valeur pour un paramètre

Si un paramètre doit être évalué par le système expert, celui-ci va se servir de règles, de méthodes pour l'évaluer. Si ceci s'avère impossible, une question est posée à l'usager. Si la réponse est "nil", le programme DBase est chargé pour prendre la valeur actuelle de la banque de données si c'est applicable.

--- SYSTEME EXPERT SYSTEM ---

VERSION : [F] Francaise / French

[A] Anglaise / English

[D] DOS

Choix / Choice :

U S I N E C E Z V A L L E Y F I E L D

MENU PRINCIPAL

1) RAPPORTS D'EXPLOITATION

2) CONSULTATION - PERFORMANCE GLOBALE

3) CONSULTATION - DETAIL LIXIVIATION

4) RETOUR AU MENU PRECEDENT

Quelle option slectionnez-vous ?

```
A5: U [W3] '[P]                                                    READY

    A         B        C D        E        F G        H        I J        K
 1                          ZINC ELECTROLITIQUE DU CANADA LIMITEE
 2                                  HYDROMETALLURGIE
 3   ..........................................................................
 4                                  O P E R A T E U R S
 5   [P]ANNEAU COMMANDE▪[J]AROSITE        ▪[D]ECANTEURS      ▪[R]EACTIFS
 6   ..........................................................................
 7   NOM (PAR POSTE)    ▪NOM (PAR POSTE)  ▪NOM (PAR POSTE)  ▪NOM (PAR POSTE)
 8   1 -                ▪1 -              ▪1 -              ▪1 -
 9   2 -                ▪2 -              ▪2 -              ▪2 -
10   =====RAPPORTS=====▪=====RAPPORTS====▪====  =RAPPORTS====▪=====RAPPORTS====
11   1 -SALLE CTR-LIXIV▪1 -1e ETAPE LIXIV▪1 -DECANT. 1 @ 5 ▪1 -DECANT.-REACT.
12   2 -INVENT. CALCINE▪2 -2e ETAPE LIXIV▪2 -DECANT. 6 @ 12▪2 -INVENT.BIOXIDE
13   3 -AMPERAGE POMPES▪3 -CIRCUIT CONVER▪                 ▪   MANGANESE &
14                      ▪                 ▪                 ▪   CELESTINE
15   ..........................................................................
16   Pressez la touche "ESC" pour quitter.
17
18   Pour executer une commande, deplacez-vous sur la case correspondante
19   a l'aide des fleches du clavier et pressez [ENTER].  Ou pressez la
20   premiere lettre de l'operateur et le numero du fichier desire.
27-Mar-88  04:22 PM                          CMD                NUM CAPS

U122: U [W1] '                                                     MENU

    B   C   DE  F  G  H   I  J  K L M  N   O  P  Q   R  S  T   U  V  W X Y
125                      ZINC ELECTROLYTIQUE DU CANADA LIMITEE
126                        SALLE DE CONTROLE - LIXIVIATION
127  ..........................................................................
128        *** POUR ACCEDER AUX COMMANDES DU FICHIER, PRESSEZ "ALT-M"***
    B   C   DE F G H I J  K L  M   N  O  P  Q  R  S   T  U  V  W    X    Y
110
111
112
113                        M E N U   P R I N C I P A L
114
115              1 - VISUALISATION ET SAISIE DES DONNEES
116              2 - IMPRESSION DES DERNIEPES 24 HEURES DU TABLEAU
117              3 - SAUVEGARDE + EXTRACTION DES DONNEES POUR PCplus
118              4 - OUVERTURE D'UN NOUVEAU FICHIER
119              5 - CHOIX DU DECANTEUR (11 OU 12)
120              0 - SAUVEGARDE ET RETOUR AU MENU PRINCIPAL
121
122                        ENTREZ LE NUMERO DE LA COMMANDE    [ ]
123
124
27-Mar-88  04:23 PM                          CMD        CALC      NUM CAPS
```

F62: U [W3] READY

ZINC ELECTROLYTIQUE DU CANADA LIMITEE

SALLE DE CONTROLE - LIXIVIATION

*** POUR ACCEDER AUX COMMANDES DU FICHIER, PRESSEZ "ALT-M"***

HEURE	SILO		CAL.	TAUX	ELECTROLYTE (m3/h)			Ph		CONDUCT. JAROS.
	#	#	#1	#2	LN1	LII	JAR	LN1	LN2	
08:00	1	66	55	0.0	15	120	36	1.9	1.7	0.65
09:00	1	66	55	0.0	15	120	36	1.9	1.7	0.65
10:00										
11:00										
12:00										

27-Mar-88 04:23 PM CALC NUM CAPS

```
122: U [W1] '                                                          MENU

    B   C   DE   F   G   H   I J     K   L   M   N   O   P   Q   R    S
125                      ZINC ELECTROLYTIQUE DU CANADA LIMITEE
126                    HYDROMETALLURGIE - INVENTAIRE DE CALCINE
127  ..........................................................................
128        *** POUR ACCEDER AUX COMMANDES DU FICHIER, PRESSEZ "ALT-M"***
     C    D          E          F          G     H    I      J K     L     M
110
111
112                              M E N U   P R I N C I P A L
113
114
115          1 - VISUALISATION ET SAISIE DES DONNEES
116          2 - IMPRESSION DU TABLEAU
117          3 - SAUVEGARDE DU TABLEAU
118          4 - OUVERTURE D'UN NOUVEAU FICHIER
119          0 - SAUVEGARDE ET RETOUR AU MENU PRINCIPAL
120
121
122         ENTREZ LE NUMERO DE LA COMMANDE    [ ]
123
124
26-Mar-88  02:03 PM                          CMD        CALC      NUM

011: (F1) U [W10] 0                                                    READY

    B   C   DE   F   G   H   I J     K   L   M   N   O   P   Q   R    S
125                      ZINC ELECTROLYTIQUE DU CANADA LIMITEE
126                    HYDROMETALLURGIE - INVENTAIRE DE CALCINE
127  ..........................................................................
128        *** POUR ACCEDER AUX COMMANDES DU FICHIER, PRESSEZ "ALT-M"***
        B      C     D          E          F          G      H     I       J  K
6                    :                HAUTEUR VIDE DANS                 :            ::
7      TREMIES       :                LES TREMIES (pi.)                 :   CALCULS  ::
8                    :                                                  :            ::
9    ================================================================================
10     # 1           :                                                  :            ::
11                   :        0.0                              0.0      :            ::
12                   :                                                  :            ::
13                   :                    0.0         0.0               :            ::
14                   :                                                  :      1025  TM ::
15                   :        0.0                              0.0      :-----------  ::
16                   :                                                  :            ::
17   --------------------------------------------------------------------------------
18     # 2           :                                                  :            ::
19                   :        0.0                              0.0      :            ::
20                   :                                                  :            ::
26-Mar-88  02:06 PM                                                CALC      NUM
```

U S I N E C E Z V A L L E Y F I E L D

MENU PRINCIPAL

1) RAPPORTS D'EXPLOITATION

2) CONSULTATION - PERFORMANCE GLOBALE

3) CONSULTATION - DETAIL LIXIVIATION

Quelle option slectionnez-vous ?

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - PERFORMANCE GLOBALE

Current objective:

Le systeme expert evalue la situation globale de l'usine.
** End - RETURN/ENTER to continue

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - PERFORMANCE GLOBALE

Validation des variables du procede en cours... S.V.P attendez !
** End - RETURN/ENTER to continue

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - PERFORMANCE GLOBALE

ATTENTION

La valeur donnee pour le niveau du decanteur 12 (1. m) semble bizarre.
Verifier les donnees d'entree.
** End - RETURN/ENTER to continue

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - PERFORMANCE GLOBALE

ATTENTION

La valeur donnee pour la densite de l'electrolyte du hall 1 (1000.) est anormale. Verifier les donnees d'entree.
** End - RETURN/ENTER to continue

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - PERFORMANCE GLOBALE

MISE EN GARDE

Il semble que des rapports n'ont pas ete remplis depuis la derniere consultation avec PCPLUS.

Liste des rapports en retard : ()

Liste des rapports pas faits : (HYDRO5 HYDRO2 HYDRO1)

Il va de soit que les resultats et les conseils donnees lors des consultations ne peuvent etre consideres exacts car les donnees ne sont pas rafraichies periodiquement.
** End - RETURN/ENTER to continue

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - PERFORMANCE GLOBALE

Quel est l'etat de l'alimentation en electricite de l'usine par le reseau de l'Hydro-Quebec ?

NORMAL
ARRET_PLANIFIE
ARRET_NON_PLANIFIE

1. Use the arrow keys or first letter of item to position the cursor.
2. Press RETURN/ENTER to continue.

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - PERFORMANCE GLOBALE

Y-a-t-il presentement un arret du procede planifie par CEZ ?

YES
NO

1. Use the arrow keys or first letter of item to position the cursor.
2. Press RETURN/ENTER to continue.

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - PERFORMANCE GLOBALE

L'opinion donnee par le systeme expert au sujet de la situation globale du procede est la suivante :

Les donnees concernant le niveau du decanteur 12 sont fautives. Il faut les corriger dans la banque de donnees de procede.

La valeur de la densite de l'electrolyte du hall 1 est douteuse. Il faut la corriger dans la banque de donnees de procede.

INVENTAIRES

SOLUTION A LA LIXIVIATION	: NORMAL
SOLUTION IMPURE	: NORMAL
SOLUTION A L'EPURATION	: NORMAL
SOLUTION EPUREE (NEUTRE)	: NORMAL
SOLUTION D'ELECTROLYTE	: NORMAL

Il y a une situation anormale car l'amperage total consomme dans l'usine est trop bas.

** More - RETURN/ENTER to continue

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - PERFORMANCE GLOBALE

L'usine doit operer dans un contexte d'arret planifie.

Les conseils d'usage qui s'appliquent dans ce cas sont :

1) Veiller a diminuer l'addition des reactifs
2) Reduire le lavage en diminuant le taux de pompage des solides au bassin
3) Recycler les solides dans le circuit de conversion de jarosite.

TAUX DE POMPAGE

La concentration en zinc du hall 1 est haute. Le pompage du neutre vers le hall 1 de l'electrolyse doit donc REDUIRE .

La concentration de zinc au hall 2 est trop basse et les inventaires de solution neutre et d'electrolyte le permettent. Le pompage du neutre vers le hall 2 de l'electrolyse doit donc AUGMENTER .

** More - RETURN/ENTER to continue

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - LIXIVIATION

Current objective:

Voici des conseils sur la bonne operation de la lixiviation neutre 1er etape a l'usine de C E Z Inc.
** End - RETURN/ENTER to continue

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - LIXIVIATION

quelle est la tendance du niveau decante du decanteur 7

Yes
- AUGMENTE
- STATIONNAIRE
- DIMINUE

1. Use arrow keys or first letter of item to position cursor.
2. Select all applicable responses.
3. After making selections, press RETURN/ENTER to continue.

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - LIXIVIATION

Y-a-t-il un probleme avec les floculents ?

YES
NO

1. Use the arrow keys or first letter of item to position the cursor.
2. Press RETURN/ENTER to continue.

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - LIXIVIATION

Conclusions:

Le conseil a donner a l'operateur is as follows:

du a la tendance de niveau des solides du decanteur 7 a augmenter et a la position basse du rateau une situation critique s'ammorce

EXPERTISE A COMPLETER

l'effluent du decanteur 6 est une boue brune il ne decante plus le CONSEIL est donc:il faut arreter le decanteur 6 parce qu'il ne decante plus

l'effluent du decanteur 7 est une boue brune il ne decante plus le CONSEIL est donc:il faut arreter le decanteur 7 parce qu'il ne decante plus

l'effluent du decanteur 8 est une boue brune il ne decante plus le CONSEIL est donc:il faut arreter le decanteur 8 parce qu'il ne decante plus

il semble y avoir un probleme avec les floculents car les boues ne decantent pas le CONSEIL est donc

** More - RETURN/ENTER to continue

SYSTEME EXPERT - U S I N E C E Z - LIXIVIATION

Conclusions:

l'effluent du decanteur 8 est une boue brune il ne decante plus le CONSEIL est donc:il faut arreter le decanteur 8 parce qu'il ne decante plus

il semble y avoir un probleme avec les floculents car les boues ne decantent pas le CONSEIL est donc

1)Verifier le niveau du reservoir des floculents.

2) Verifier la pompe d'alimentation des floculents.

3) Verifier l'obstruction des lignes d'alimentation en floculents.

il y a un probleme avec les floculents parce que les boues ne decantent pas mais l'alimentation est normale le CONSEIL est donc d'effectuer une verification visuelle de la viscosite du floculent

I was unable to make any conclusions regarding la recommandation actuelle

** End - RETURN/ENTER to continue

ANNEXE E

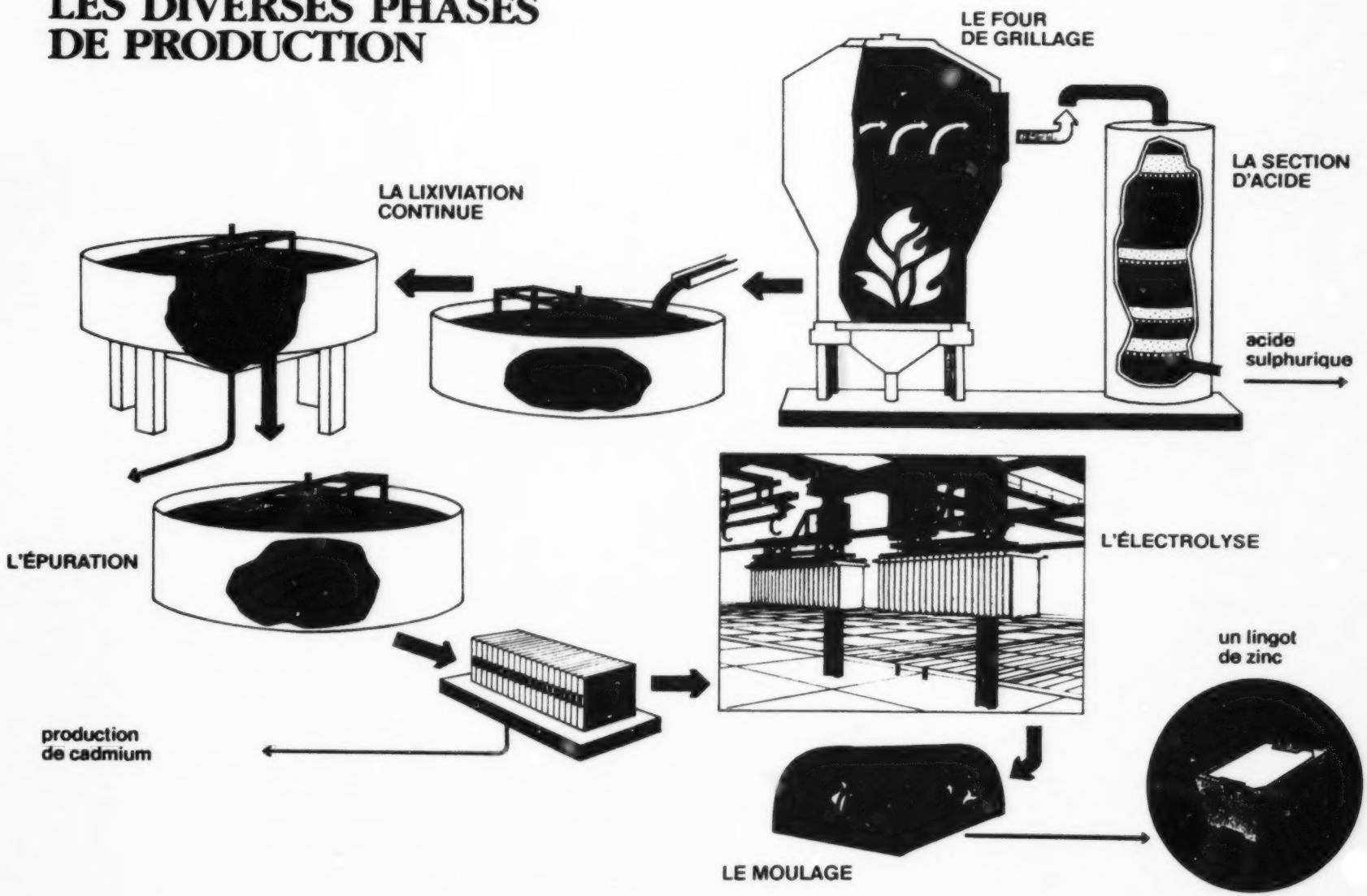
PROCEDE

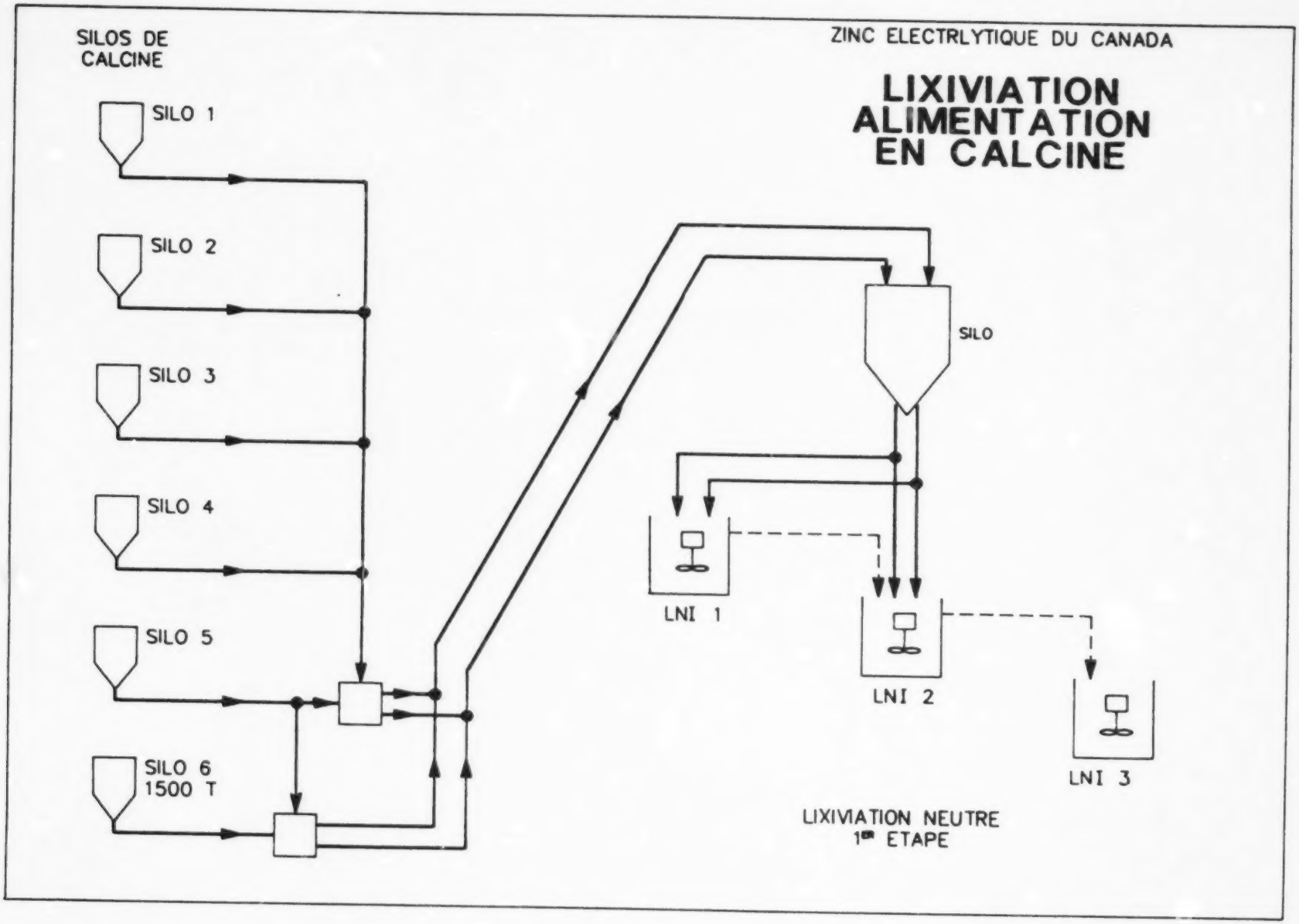
- Les diverses phases de production

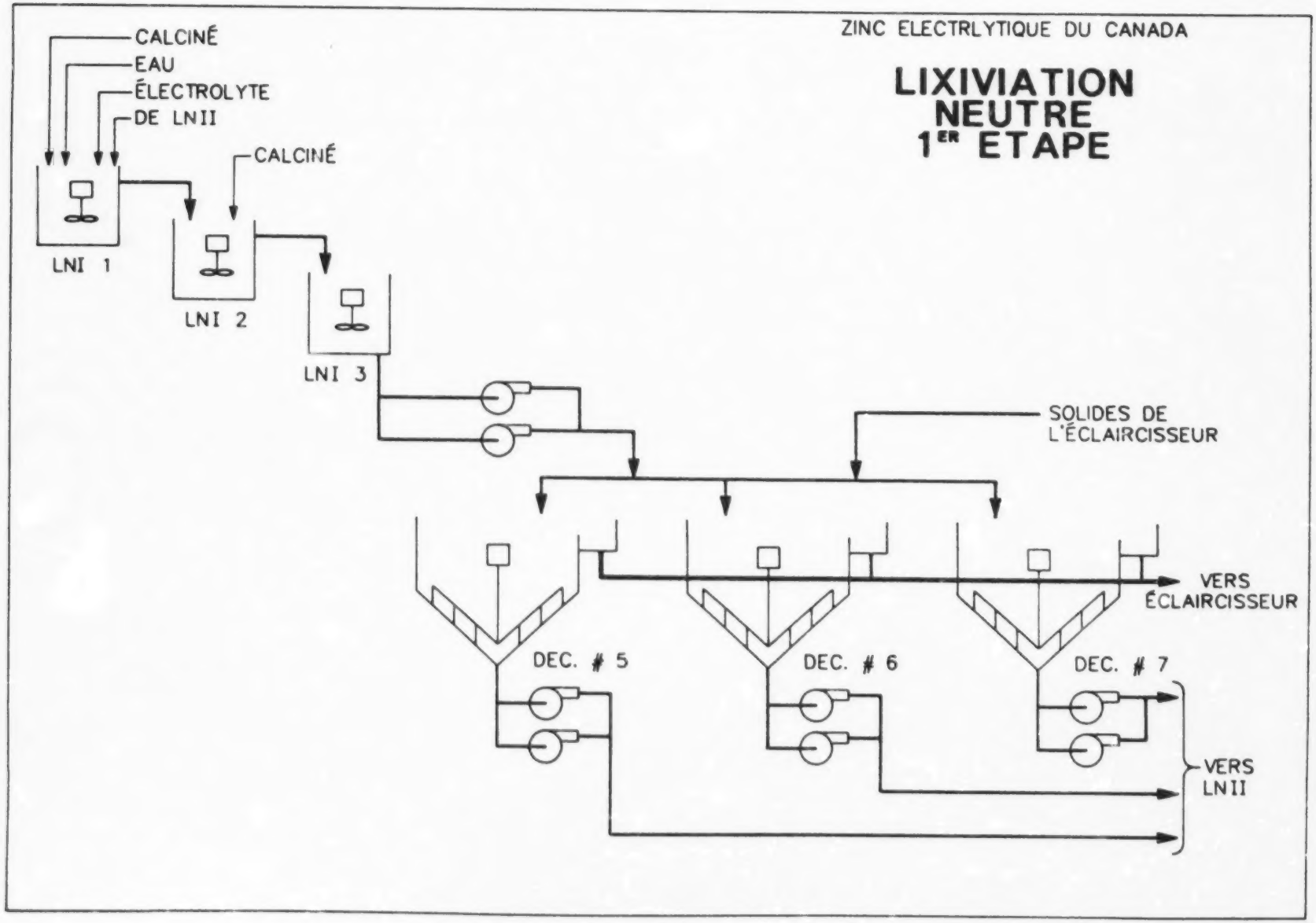
- Lixiviation Alimentation en calciné

- Lixiviation neutre 1er étape

LES DIVERSES PHASES DE PRODUCTION




SILOS DE CALCINE
ZINC ELECTRLYTIQUE DU CANADA
LIXIVIATION ALIMENTATION EN CALCINE
SILO 1
SILO 2
SILO 3
SILO 4
SILO 5
SILO 6 1500 T
SILO
LNI 1
LNI 2
LNI 3
LIXIVIATION NEUTRE 1ère ETAPE


ZINC ELECTRLYTIQUE DU CANADA
LIXIVIATION
NEUTRE
1ER ETAPE
CALCINÉ
EAU
ÉLECTROLYTE
DE LNII
CALCINÉ
LNI 1
LNI 2
LNI 3
SOLIDES DE
L'ÉCLAIRCISSEUR
VERS
ÉCLAIRCISSEUR
DEC. # 5
DEC. # 6
DEC. # 7
VERS
LNII